COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'ancien Observatoire du Caire.* Note de M. DE LESSEPS.

« Notre confrère M. Faye, Président du Bureau des Longitudes, m'avait demandé depuis longtemps de faire faire des recherches au Caire pour savoir si l'Observatoire de cette ville possédait encore les volumes de la *Connaissance des Temps* antérieurs aux quarante dernières années, qui n'existent plus à Paris. Après des investigations sans résultat, j'ai pu enfin savoir, lors de mon récent séjour en Égypte, que l'Institut égyptien du Caire, où je venais d'être reçu comme Président d'honneur en remplacement de Mariette, avait recueilli cette collection complète de 1679 à 1866.

» L'ancien Observatoire du Caire, fondé par Méhémet-Ali, n'existant plus et ses beaux instruments ayant été dispersés dans divers établissements, j'ai recommandé de les faire réunir autant que possible et j'ai adressé au khédive d'Égypte un Rapport dont je vais donner lecture.

Rapport à Son Altesse Tewfick Ier, khédive d'Égypte.

« Permettez-moi, comme Membre de l'Académie des Sciences de Paris, d'exprimer a Votre Altesse combien le monde savant serait reconnaissant de l'impulsion que vous daignerez donner à l'Astronomie en Égypte.

» La pureté et la sérénité du ciel font de l'Égypte le pays le plus favorable à des observations astronomiques; aussi a-t-il été justement appelé *l'antique berceau de l'Astronomie.*

» Les pyramides, dont les faces ont des relations bien exactes avec les points cardinaux et dont les bases ont un rapport remarquable avec les dimensions du globe, les zodiaques d'Esneh et de Danderah, indiquant la marche de la ligne des équinoxes, le cercle d'or de 365 coudées de circonférence qui servait dans le temple d'Osymandas à observer le mouvement du Soleil en déclinaison, attestent combien les anciens monarques égyptiens protégeaient l'Astronomie et avec quel amour leurs sujets la cultivaient.

» Aristille et Zimocharis furent les premiers observateurs de l'École d'Alexandrie, où ils se sont distingués par leurs études sur les étoiles, Aristarque par ses observations du Soleil, Ératosthènes par la détermination de l'arc céleste compris entre Alexandrie et Syène. Hipparque catalogua les étoiles visibles et leur assigna leurs positions respectives; il inventa la parallaxe et l'équation du temps; enfin Ptolémée réunit et compléta les connaissances d'Hipparque dans l'Ouvrage qui parut à Alexandrie vers l'an 125 avant Jésus-Christ, résumant toutes les richesses astronomiques des anciens.

» La grande Table hakémite dont on se sert encore aujourd'hui en Europe et en Amérique est le plus beau monument astronomique qui nous soit resté de l'École du Caire, dont l'éclat était si vif au moyen âge.

» Quoique l'Europe soit arrivée aujourd'hui aux plus grandes découvertes théoriques, il lui reste néanmoins beaucoup à accomplir. Elle aurait besoin d'un système continu d'observations, afin de perfectionner la théorie de la Lune, si utile aux marins, de connaître avec exactitude les perturbations produites par Mars et Jupiter sur les petites planètes, les périodes des satellites, afin d'en déduire les masses des grandes planètes, etc.

» Comme cette continuité d'observations ne peut être nulle part mieux établie qu'en Égypte, j'ai l'honneur de proposer la fondation d'un Observatoire qui, sous la haute protection de Votre Altesse, deviendra l'un des premiers Observatoires du monde.... Cet établissement pourrait être utilement dirigé par M. Ibrahim Esmatt, jeune érudit égyptien, qui s'est distingué par ses études et ses travaux à l'Observatoire de Washington. Il coûterait très peu de frais d'installation dans un local du domaine de Votre Altesse, muni des beaux instruments qui existent au Caire.

» F. de Lesseps.

» Caire, le 25 avril 1881 (Cham el Nessim). »

» J'espere que l'approbation de l'Académie encouragera le jeune prince qui gouverne l'Égypte dans la pensée de reconstituer l'Observatoire du Caire, dont les études pourront rendre de grands services à la Science astronomique.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille; par* M. E. STEPHAN.

N° d'ordre.	Positions moyennes pour 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
1...	13.48.56,00	49. 7.54,5	Excessivement petite; faible; ronde; enveloppe deux très petits points brillants. Elle est distincte de 3688-93-94-95 J.-F.-W. Herschel.
2...	13.56.26,66	55.35.35,4	Faible; arrondie; irrégulière; enveloppe deux petites étoiles.
3...	14. 6.31,62	73.35.38,5	Excess. faible; modérément étendue; irrégulièrement arrondie; très peu de condensation; pas de point brillant.
4 [1].	14.24. 1,19	60.38.25,5	Passablement brillante; assez petite; un peu ovale de SO à NE; noyau brillant; semble résoluble.
5...	14.24.34,37	54. 0.11,3	Excess. excess. faible; allongée de O 30°S à E 30°N; longueur, 45″ environ; très peu de condensation; distincte de 3917 Herschel.
6...	14.24.37,68	77.32.25,0	Assez brillante; assez petite; ronde; bien condensée graduellement vers le centre.
7...	14.24.48,13	77.35.24,5	Faible; petite; ronde; faiblement condensée vers le centre.
8...	14.25.29,34	60.17. 8,3	Faible; petite; irrégulière; enveloppe plusieurs petits points brillants; semble résoluble.
9...	14.41.32,84	76. 2.21,6	Excess. excess. faible; petite; ronde; à peine un peu de condensation.
10...	14.56.40,89	63.33.41,1	Modérément étendue; assez brillante; arrondie; un peu de condensation centrale.
11...	15. 8.38,40	88.23.53,8	Assez faible; assez petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.
12...	15.14.17,71	86. 2.46,2	Très faible; très petite; enveloppe deux petits points brillants.
13...	15.24. 2,31	46.39. 8,9	Faible; petite; irrégulière; un peu allongée de S à N; enveloppe deux petits points brillants.

[1] Une première description de la nébuleuse n° 4 (du 15 mai 1877) portait « excessivement petite et faible »; cependant, le 4 juin 1880, jour où la même nébuleuse est décrite comme passablement brillante, l'état du ciel était très médiocre.

Positions moyennes pour 1880,0.

Nº d'ordre.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
14...	15.24. 6,13	46.38.17,3	Étoile 13e-14e paraissant légèrement nébuleuse.
15...	15.25.35,34	46.39.55,9	Modérément faible et étendue; arrondie; un peu de condensation autour d'un petit point central; une autre petite étoile projetée au NO.
16...	15.30.24,82	58.44. 7,0	Modérément faible; petite; effilée de OSO à ENE (petit fuseau).
17...	15.33.25,71	72.34.52,9	Faible; très petite; irrégulièrement arrondie.
18...	15.35. 5,31	72.29. 0,9	Excess. excess. faible; petite; ronde; un peu plus brillante au centre.
19...	15.47.40,70	68.32.27,9	Très faible; ronde; assez étendue; un point plus brillant au milieu.
20...	16. 9.58,66	54.35.16,6	Étoile nébuleuse de 13e grandeur.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Nº d'ordre.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
1...	1013-14 W. (*N. C.*), H. XIII.	13.47.42,88	49. 6.27,7	Cat. W.
2...	2484 Arg. Z. + 34°	13.58.21,26	55.30.52,5	Cat. Arg.
3...	114 W. (*N. C.*), H. XIV.	14. 7.15,22	73.33.26,9	Cat. W.
4...	2544 Arg. Z. + 29°	14.26.26,56	60.36.31,1	Cat. Arg.
5...	518 W. (*N. C.*), H. XIV.	14.25.21,23	53.56.41,4	Cat. W.
6...	380 W. (*A. C.*), H. XIV.	14.22. 0,50	77.21.16,7	Cat. W.
7...	Id.			
8...	577 W. (*N. C.*), H. XIV.	14.28.31,45	60.21. 9,2	Cat. W.
9...	844 W. (*A. C.*), H. XIV.	14.45.51,13	76. 1.21,8	Cat. W.
10...	1251 W. (*N. C.*), H. XIV.	14.58.36,81	63.29.25,9	Cat. W.
11...	151 W. (*A. C.*), H. XV.	15.10.15,83	88.24.27,0	Cat. W.
12...	278 W. (*A. C.*), H. XV.	15.17. 4,63	85.57.25,9	Cat. W.
13...	501 W. (*N. C.*), H. XV.	15.23.29,86	46.41.24,1	Cat. W.
14...	Id.			
15...	Id.			
16...	883-84 W. (*N. C.*), H. XV.	15.36.58,21	58.42.48,4	Cat. W.
17...	947 W. (*N. C.*), H. XV.	15.39.24,73	72.34.36,1	Cat. W.
18...	Id.			
19...	1116 W. (*N. C.*), H. XV.	15.45.59,89	68.39.38,8	Cat. W.
20...	223 W. (*N. C.*), H. XVI.	16. 8. 1,94	54.37.50,3	Cat. W.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les genres* Williamsonia *Carruth.* et Goniolina *d'Orb.* Note de MM. **G. de Saporta** et **A.-F. Marion**.

« 1. *Williamsonia.* — L'étude que nous poursuivons en commun sur l'*évolution des Phanérogames* nous a conduits à l'examen des genres *Williamsonia* et *Goniolina*, qui représentent les végétaux les plus anciens dont les parties fructifères nous aient été conservées parmi ceux qui ont inauguré le stade angiospermique. Leurs restes fossiles se rapportent à l'horizon de l'oolithe moyenne, c'est-à-dire aux couches bathoniennes, oxfordiennes ou coralliennes, et leur nature réelle ne nous semble pas avoir été encore nettement définie.

» Le genre *Williamsonia* doit son nom à M. Carruthers, qui décrivit en 1868, de concert avec M. Williamson, divers échantillons recueillis, il y a près de cinquante ans, par James Yates, dans les grès bathoniens du Yorkshire. Trompé par des connexions fortuites, dues à un accident de fossilisation, entre les organes du nouveau genre et les tiges feuillées du *Zamites gigas* contenus dans les mêmes lits, le botaniste anglais fut entraîné à considérer le *Williamsonia* comme répondant à l'appareil reproducteur d'une Cycadée jurassique. M. Brongniart, qui avait acquis pour le Muséum de Paris une partie de la collection réunie par J. Yates, admettait lui-même les rapports supposés entre les deux types, sans se prononcer d'ailleurs sur la signification qu'il fallait y attacher. L'étude de cette curieuse collection avait déjà démontré à l'un de nous, dès 1875, que les débris du *Williamsonia* n'avaient qu'une relation apparente avec le *Zamites gigas*, et qu'ils dénotaient plutôt l'existence d'un type angiospermique éteint, comparable à celui de nos Spadiciflores [1].

» L'année dernière, M. le Dr A. Nathorst, de Stockholm, ayant examiné les échantillons de *Williamsonia* du musée d'York, fut frappé par les analogies qu'il remarqua entre les organes connus de la plante jurassique et ceux des Balanophorées.

» En admettant même que le rapprochement proposé par M. Nathorst fût basé seulement sur une apparence extérieure et non pas sur des caractères intimes, ce que nous serions portés à croire, il n'en était pas moins de nature à attirer l'attention. M. Nathorst venait de découvrir de nouveaux

---

[1] Voir Comte de Saporta, *Paléontologie française*, 2e série : *Plantes jurassiques*, II, *Cycadées*, p. 55 et 56.

vestiges de *Williamsonia* dans l'île de Bornholm, sur un niveau géologique correspondant à celui du Yorkshire, et nous en possédions nous-mêmes provenant de l'oxfordien de Poitiers. Il s'agissait donc bien d'un type ayant possédé autrefois une extension géographique considérable au sein de l'Europe oolithique et la revision des échantillons de M. Yates, déposés au Muséum, s'imposait naturellement à nous. M. B. Renault a bien voulu faciliter nos recherches avec sa complaisance ordinaire.

» Les fossiles en question sont des moules en creux, dont l'interprétation exige l'emploi d'une substance plastique, susceptible de restituer le relief des anciens organes. Ils dénotent l'existence d'une plante rigide dont les appendices auraient été formés par un tissu dense et corné, rappelant par exemple celui des feuilles de Pandanées. Les feuilles de *Williamsonia* étaient courtes, semi-amplexicaules, ensiformes, mais creusées en gouttière comme celles des Broméliacées et des Aloïnées, et à bords inermes. Elles se terminaient en une pointe obtuse et calleuse. Elles étaient parcourues par des nervures longitudinales, entremêlées de nervilles ramifiées en un réseau, difficilement reconnaisable sous l'épiderme qui le recouvrait.

» La tige portait à son extrémité les appareils reproducteurs dans lesquels on peut distinguer deux modes différents de structure, indiquant, selon toute vraisemblance, un végétal dioïque. On observe dans tous les cas un involucre polyphylle que la courbure des bractées dont il est formé fait paraître globuleux. Il enveloppe un appareil central solide dont la destruction a donné lieu, dans les sédiments, à une cavité. Cet organe devait être lui-même caduc, au moins dans certains cas, puisque l'on rencontre assez souvent des involucres vides, montrant à leur centre la cicatrice de son insertion.

» Les pièces de l'involucre mâle paraissent disposées sur un seul rang; elles sont conniventes, allongées et atténuées au sommet. Les appareils mâles sont des plus singuliers et n'ont été que très imparfaitement compris par Carruthers, qui ne s'est pas servi autant que nous de moulages. L'organe représente un axe conique dont la base est cernée par une zone circulaire marquée de stries rayonnantes. Le bord externe de cette zone, lorsqu'on le met à nu, est occupé par un assemblage de très petits compartiments, à contours irrégulièrement hexagones, qui semblent correspondre à autant de loges à pollen. Cette zone basilaire, dans notre esprit, répondrait à une portion stérile et persistante de l'*androphore*, qui dans son intégrité aurait recouvert l'ensemble du réceptacle conique d'une couche feutrée d'appendices staminaux, rappelant par leur disposition et leur rôle l'appareil

mâle des *Typha*. L'axe était enfin surmonté d'une expansion infundibuliforme des plus curieuses, que l'on rencontre dans les sédiments tantôt en place, tantôt détachée, et dont les bords évasés paraissent avoir été frangés ou déchiquetés, tandis que les parois de l'entonnoir étaient formées d'un tissu fibreux des plus denses. Cet appendice terminal ne saurait être comparé à rien, sauf peut-être à la pelotte spongieuse qui couronne le spadice des *Amorphophallus*.

» L'appareil femelle des *Williamsonia* est pourvu du même involucre globuleux que l'appareil mâle; ses bractées sont seulement un peu plus courtes. L'organe contenu dans cet involucre, certainement caduc à la maturité, consistait en un réceptacle ou spadice en forme de pelote solide, plus ou moins globuleuse. La surface est occupée par des compartiments à plusieurs facettes et groupés en rosettes. Chacun des compartiments est marqué d'un point terminal et chaque rosette offre à son centre une protubérance autour de laquelle rayonnent cinq ou six compartiments. La petitesse de ces compartiments et la difficulté de les analyser exactement, même à l'aide des plus heureux moulages, étaient un obstacle à la détermination du *Williamsonia* de Yates. Cet obstacle est aujourd'hui levé, grâce à l'échantillon fossile communiqué par M. le professeur Morière. Cet organe, converti en carbonate de fer, provient de l'oxfordien des Vaches-Noires (Calvados). Il avait été décrit autrefois par le doyen de la Faculté de Caen et passait comme pouvant représenter le fruit d'une Cycadée. Il est certain cependant qu'il se rapporte au spadice femelle d'un *Williamsonia*, différent spécifiquement, mais congénère de celui du Yorkshire. Ici l'organe, en se détachant, a conservé une partie de son involucre et il était arrivé à maturité au moment de la fossilisation. Une large cicatrice circulaire régulière montre à sa base que la déhiscence a dû se faire naturellement.

» Les feuilles centrales de l'involucre restées en place témoignent, par leur épaisseur, d'un état primitif particulièrement coriace. Au milieu d'elles, le spadice est couvert de compartiments carpellaires à sa partie supérieure seulement, le réceptacle s'étant allongé plus que dans l'espèce du Yorkshire, et l'on reconnaît dans la partie inférieure du spadice le tissu fibro-ligneux qui composait l'axe réceptaculaire lui-même. Les compartiments, groupés par cinq ou par six autour d'un compartiment central souvent avorté, reproduisent une ordonnance que les Pandanées nous offrent dans la nature actuelle. Leur partie libre et externe, légèrement bombée et taillée en facettes, montre à son centre un bouton stigmatique.

» Il est incontestable que chacun de ces compartiments correspond à un

carpelle, comprimé par accrescence après la fécondation; mais, en décroûtant l'organe fossile, il a été possible de constater que, parmi les divers carpelles de la même rosette, la plupart avortaient et qu'un seul demeurait fécond, en produisant une graine encore en place. Ces graines sont ovales et atténuées au sommet, basifixes, érigées et orthotropes; elles sont fortement carénées dans leur moitié supérieure sur chacune de leurs quatre faces. Cette curieuse et belle espèce devra prendre le nom de *Williamsonia Morierei*. Ajoutons, en terminant, qu'une troisième espèce est indiquée dans l'oxfordien de Poitiers, par un involucre isolé dont le spadice détaché a dû être d'assez petite taille »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lallemand : MM. Vulpian, Gosselin, Marey, Ch. Robin et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Milne Edwards et Bouillaud.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*) : MM. Vulpian, Marey, Ch. Robin, Gosselin et H. Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et Pasteur.

Prix Lacaze (*Physiologie*) : MM. H. Milne Edwards, Ch. Robin et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints à la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et de Quatrefages.

Prix Montyon (*Arts insalubres*) : MM. Boussingault, Dumas, Peligot, Chevreul et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et H. Mangon.

Prix Trémont : MM. Dumas, Bertrand, Rolland, Wurtz et Breguet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Tresca et Phillips.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un procédé expérimental pour la détermination de la sensibilité de la rétine aux impressions lumineuses colorées.* Note de M. GILLET DE GRANDMONT.

« Au point de vue de la vision des couleurs, l'œil ne conserve sa sensibilité que grâce à sa mobilité.

» Supposons un instant tous les muscles de l'œil frappés de paralysie : la rétine, une fois impressionnée par un objet coloré, perdra, au bout de quelques secondes, la faculté de percevoir cet objet et restera en butte à des sensations subjectives mensongères.

» Cette proposition découle de l'observation des faits.

» Pour les rendre apparents avec toute leur netteté, il suffit d'isoler la vision centrale, ou de fixation, de la vision périphérique, en immobilisant la tête de l'observateur et en lui faisant diriger son rayon visuel sur un point d'assez petite dimension pour que l'œil ne puisse se promener à sa surface.

» Dans ces conditions, si l'on place un objet coloré de telle façon que les rayons émanés de sa surface aillent impressionner une portion de la rétine de l'observateur, celui-ci constate que ces rayons colorés, si lumineux qu'ils lui parussent au début, perdent peu à peu de leur éclat, pour s'éteindre définitivement. En moins d'une demi-minute, il ne voit plus l'objet qui lui est présenté.

» Ainsi la rétine peut, dans certaines conditions, ne point apercevoir un corps dont les rayons viennent cependant l'impressionner. C'est là un fait de Physiologie d'une importance capitale.

» Quand une portion de la rétine est ainsi frappée de cécité relative, la membrane sensible a-t-elle perdu son pourpre rétinien et par là la faculté de revoir l'objet qu'on lui présente? peut-elle recevoir d'autres impressions lumineuses? C'est ce qu'il importe d'établir.

» Pour cela on fait passer, entre l'œil et l'objet non perçu, un écran de couleur autre que la couleur même de l'objet et l'on constate que l'objet réapparaît aussitôt. Il suffit donc de quelques secondes de repos pour rendre à la rétine sa sensibilité, sinon totale, du moins partielle ; en effet, en répétant l'expérience, on peut s'assurer que l'impression est de plus en plus fugitive.

» De ce qui précède il faut conclure que, si le pourpre rétinien s'éteint

promptement, il se régénère rapidement; mais qu'il finit toujours par disparaître dans toute la portion de la rétine qui reste sous l'influence des rayons colorés. Mais si, reprenant l'expérience, on place à demeure, entre l'œil et l'objet coloré, un écran blanc, on voit apparaître sur celui-ci l'image de l'objet qui a impressionné la rétine, et la couleur de cette image est la complémentaire de la couleur primitive.

» Ainsi, après avoir perçu tels ou tels rayons colorés, la rétine n'est plus susceptible de percevoir la totalité des rayons lumineux (lumière blanche); elle ne peut plus être impressionnée que par un certain nombre d'entre eux, les seuls rayons complémentaires de la première couleur perçue.

» On peut en outre tirer cette conclusion, que si la rétine n'aperçoit pas tous les objets dont les rayons l'impressionnent, elle peut aussi percevoir l'image d'objets qui n'existent pas. Il est donc possible, comme cela arrive pour le nerf lingual, de faire naître à volonté dans l'œil des sensations subjectives, que l'on peut varier à son gré de forme et de couleur. Ce fait intéresse directement la Médecine légale.

» Un petit instrument, qui rappelle les *pirouettes complémentaires* de M. Chevreul, permet de démontrer à toute une assemblée les faits ci-dessus; je l'ai désigné sous le nom de *chromatroposcope*.

» Il consiste en un disque noir présentant des fenêtres derrière lesquelles on fait apparaître à volonté des surfaces colorées ou des surfaces blanches.

» Si l'observateur immobilise sa fixation centrale en dirigeant le rayon visuel sur un point voisin du disque, il s'aperçoit, au bout de quelques instants, que les sensations lumineuses très nettes, produites par les surfaces colorées, s'atténuent peu à peu pour s'éteindre s'il prolonge l'expérience; mais à ce moment, s'il substitue brusquement aux surfaces colorées des surfaces blanches de même dimension, impressionnant par conséquent les mêmes points de la rétine, il aperçoit tout à coup les couleurs complémentaires avec une pureté et un éclat inconnus.

» Cette expérience, des plus concluantes, permet d'arriver à la détermination précise des divers degrés de sensibilité de la rétine, en tant que mode et durée.

» Au double point de vue de la Pathologie et de la Médecine légale, ces recherches offrent un réel intérêt, puisqu'elles décèlent les variations que peut présenter la rétine pour la perception des couleurs, par la façon même dont l'observateur apprécie les couleurs complémentaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Baromètre fondé sur l'équivalence de la chaleur et de la pression sur le volume d'un gaz.* Mémoire de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Cornu.)

« Le volume d'un gaz placé dans des conditions déterminées peut être réduit d'une même quantité soit en augmentant sa pression, soit en abaissant sa température. De même, son volume peut être augmenté par diminution de pression ou par élévation de température. Il doit donc y avoir une température capable de produire sur cette masse gazeuse le même changement de volume qu'une pression donnée pourrait y déterminer, et réciproquement. Je me suis proposé de formuler d'abord et de représenter graphiquement cette équivalence, puis de la faire servir à la détermination de la pression atmosphérique, connaissant le volume et la température du gaz confiné.

» Si l'on représente par V_0 le volume d'un gaz à la température 0° et à la pression H_0, et par V le volume de cette même masse de gaz aussi à la température 0° et à la pression H, la loi de Mariotte donne

$$(1)\qquad V = V_0 \frac{H_0}{H}.$$

D'autre part, d'après la loi de dilatation des gaz (la pression demeurant constante), on a

$$(2)\qquad V = V_0(1 + \alpha t),$$

α représentant le coefficient de dilatation du gaz et t sa température.

» En égalant ces deux valeurs de V, on exprimera que la pression et la chaleur, successivement appliquées au gaz, l'amènent au même état de volume, ce qui donne

$$(3)\qquad V_0 \frac{H_0}{H} = V_0(1 + \alpha t), \quad \text{d'où} \quad t = \frac{H_0 - H}{H\alpha}.$$

Telle est la relation d'équivalence cherchée.

» Pour simplifier, faisons $V_0 = 1$ et appliquons les formules (1) et (3) aux cas particuliers des conditions atmosphériques, c'est-à-dire aux pres-

sions variant de 710^{mm} à 790^{mm} et aux températures de -25° à $+40^\circ$, limites entre lesquelles on peut regarder la loi de Mariotte comme rigoureusement exacte et le coefficient de dilatation α comme constant et égal à 0,00367. Posons, en outre, $H_0 = 1^{atm} = 760^{mm}$, et nous aurons finalement, après substitution de V dans (3),

$$V = \frac{760}{H} \quad \text{et} \quad t = \frac{V-1}{\alpha} = \frac{V-1}{0{,}00367}.$$

» Avant d'appliquer ces formules, il est nécessaire de décrire l'instrument employé. Il se compose simplement d'un thermomètre ordinaire à alcool ou à mercure et d'un thermomètre à air, destiné à faire connaître les volumes du gaz correspondant aux températures observées. Je ne puis entrer ici dans les détails de construction et de graduation du thermomètre à air; ces explications sont données dans le Mémoire.

» Après avoir déterminé expérimentalement le volume V_0, pris pour unité, et l'avoir ramené à la pression normale, on calcule avec cette donnée les volumes V du gaz aux diverses pressions H et les températures t équivalentes au moyen des formules précédentes. On obtient ainsi un Tableau numérique que l'on peut traduire graphiquement par une courbe C_0, à l'aide des groupes de valeurs de H et de t.

» Si la température restait à 0°, la pression seule influant sur le volume du gaz, il suffirait, pour trouver la pression, de lire ce volume sur le thermomètre à air et de suivre sur l'épure l'horizontale qui porte le chiffre du volume observé : le point de rencontre de cette horizontale avec la courbe C_0 appartiendrait à la verticale correspondant à la pression cherchée.

» Mais, la température étant d'ordinaire un nombre quelconque, les volumes V′ correspondant aux pressions diverses s'obtiennent par la formule $V' = V(1 + \alpha t')$; si $t' = 10^\circ$ par exemple, $V' = V \times 1{,}0367$.

» Cela signifie qu'il faudra multiplier chaque valeur de V du premier Tableau, relatif à 0°, par le nombre constant 1,0367. Les températures équivalentes aux pressions seront calculées par la formule $t = \frac{V'-1}{\alpha}$.

» Le Tableau résultant de ces calculs permettra de construire la courbe C_{10}. Les autres courbes s'obtiendront d'une manière analogue.

» *Mode d'observation.* — Pour trouver la pression atmosphérique, il suffira de lire sur le thermomètre ordinaire la température et sur le thermomètre à air le volume du gaz dans les conditions actuelles.

» Prenant alors l'épure, on suit la courbe qui correspond à la température observée jusqu'à sa rencontre avec l'horizontale portant le chiffre du volume lu sur le thermomètre; la pression cherchée se trouvera sur la verticale passant par ce point et à sa rencontre avec l'échelle des pressions. Exemple : si $t = 10°$ et $V = 1,06$, on trouve $H = 743^{mm},7$.

» Les courbes d'équivalences ne sont tracées que de 5° en 5°; on peut les tracer de 2° en 2°. Pour les degrés et fractions de degré intermédiaires, on estimera facilement, à simple vue, la position des lignes correspondantes (en s'aidant, au besoin, d'un compas ou d'un décimètre), et la détermination de la pression se fera sans peine et sans erreur sensible, c'est-à-dire à $\frac{1}{10}$ de millimètre près. Exemple : si $t = 12°,6$ et $V = 1,07$, on trouve $H = 742^{mm},5$.

» Quant à la correction relative à l'*altitude* (c'est-à-dire la mise au point du variable), on l'obtiendra très simplement en faisant passer l'axe des températures par le point qui correspond à la pression moyenne du lieu, pression donnée par la connaissance de l'altitude.

» Ainsi l'instrument qui vient d'être décrit pourrait être nommé, comme celui de MM. Hans et Hermary, *baromètre absolu* (1), puisqu'il donne la pression réelle n'ayant plus de correction à subir. Mais le thermomètre que je propose est fondé sur un principe différent et plus simple; l'appareil est moins embarrassant et devient un instrument de précision si l'on trace les courbes, de 2° en 2°, sur une échelle convenable. »

BOTANIQUE. — *Sur un Cryptogame insecticide.* Note de M. J. **Lichtenstein.**

(Renvoi à l'examen de M. Decaisne.)

« M. Planchon a signalé à mon attention un cas très curieux de parasitisme : c'est la présence, dans les serres chaudes du Jardin des plantes de Montpellier, d'un Cryptogame insecticide (un *Botrytis*, même genre que celui des vers à soie) qui sur une cinéraire a tué tous les pucerons de la plante. J'envoie avec cette Note une feuille qui montrera la manière dont les insectes sont tués en restant couverts du mycélium du champignon.

» L'Aphidien victime de ce parasite est une espèce du genre *Siphonophora*, qui n'est pas décrite à ma connaissance.

» L'action du parasite, foudroyante en serre chaude, paraît s'arrêter à la

(1) *Comptes rendus*, juillet 1873, p. 121.

température de l'air ambiant; au moins n'ai-je pu réussir à l'inoculer ni au Phylloxera, ni à d'autres pucerons (*Chaitophorus aceris*). Peut-être, du reste, l'inoculation directe n'est-elle pas possible, et il y aurait un stage intermédiaire sur d'autres animaux, comme il y en a dans les *Entomophthora* et autres Cryptogames, ainsi que l'ont déjà avancé et prouvé MM. Cornu, Giard, Bail, Lebert, etc., etc. Ce ne serait pas la forme de spore actuelle, mais bien celle du Cryptogame intermédiaire inconnu, qui tuerait les pucerons.

» Il y a donc une espèce de muscardine qui, dans des circonstances données, peut tout d'un coup tuer tous les pucerons sur une plante. Ce fait est mis hors de doute par la découverte de M. Planchon, corroborée par mon examen personnel. »

M. O. Cadiat adresse, pour le Concours du prix Serres, plusieurs Mémoires manuscrits d'Embryogénie et de Tératologie et un Traité d'Anatomie générale appliquée à la Médecine. Ces travaux sont accompagnés d'une analyse manuscrite.

(Renvoi à la Commission du prix Serres.)

M. P. Duffaud soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Étude sur les formes rationnelles à donner aux grands supports isolés en maçonnerie, pleins ou évidés, et soumis à l'action de leur propre poids, d'une charge sur le sommet et de forces tendant à les renverser. Solides d'égale résistance. »

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Gerbeaut adresse, pour le Concours de Mécanique, un Mémoire portant pour titre : « Propulseur Gerbeaut. »

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport de M. *Duchartre* « sur l'hiver de 1879-1880 et sur les dégâts qu'il a causés à l'horticulture ». (Extrait du *Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*).

2° Une Brochure de M. *Desboves*, intitulée « Delambre et Ampère ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur la géométrie des sphères*. Note de M. C. Stephanos.

« 1. Dans une importante Communication faite à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, p. 71-73), M. Laguerre a introduit la notion ingénieuse des *semi-plans*, *semi-sphères*, etc., et fourni ainsi le point de départ pour la formation d'une Géométrie particulière, dans laquelle on considérerait comme élément de l'espace le semi-plan, ou plus généralement la semi-sphère.

» En examinant quels seraient les matériaux de cette Géométrie, j'ai reconnu qu'elle devait être identique avec la géométrie des sphères de M. Lie [1], en ce sens qu'elle s'occuperait des propriétés des figures de l'espace, inaltérables par les transformations entre sphères étudiées par l'éminent géomètre de Christiania. Dans cette Note je vais indiquer, si l'Académie veut bien le permettre, comment on peut établir la communauté de fond entre ces deux théories.

» 2. Pour cela je commencerai par présenter, pour les notions introduites par M. Laguerre, des définitions qui conviennent à mon but. Un *semi-plan* est constitué par un plan auquel on a attaché l'un des points suivant lesquels il coupe le cercle C_∞ à l'infini. Une *semi-sphère* est constituée par une sphère considérée comme lieu de l'un de ses systèmes de droites. Il est aisé de voir, d'après cela, que l'on ne peut détacher d'une surface deux *semi-surfaces* distinctes que si les lignes géodésiques de longueur nulle de cette surface se séparent en deux systèmes distincts, de manière que par tout point ordinaire de la surface ne passe qu'une seule courbe de chacun de ces systèmes; les cônes de révolution sont dans ce cas.

» 3. Je passe aux transformations entre sphères de M. Lie. Ces transformations résultent des transformations linéaires de l'espace des droites lorsqu'on fait correspondre, d'après Lie, à ces droites des sphères, de sorte que, S étant la correspondance entre droites et sphères et T une transformation linéaire de l'espace des droites, $R = S^{-1}TS$ sera la correspondance entre sphères qui en résulte.

» Maintenant, l'introduction de la notion des *semi-sphères* dans les cor-

---

[1] Lie, *Ueber Complexe, insbesondere Linien-und Kugel-Complexe* (*Math. Annalen*, t. V, p. 164-188; 1872). — Voir aussi : Klein, *Vergleichende Betrachtungen über neuere geometrische Forschungen;* Erlangen, 1872, § 7. — Il est juste de noter que la présente Note est conçue dans l'esprit des principes développés par M. Klein dans ce travail.

respondances $R = S^{-1}TS$ est autorisée, on peut dire imposée, par la nature de S. En effet, pour établir la correspondance S, M. Lie part de la représentation des droites C_∞, qui rencontrent C_∞ par les points P de l'espace à trois dimensions. Les points P d'une droite p représentent alors des droites C_∞, qui sont sur une sphère, qui engendrent par conséquent une *semi-sphère*.

» S *constitue donc une correspondance entre droites et semi-sphères*. Deux semi-sphères *opposées*, c'est-à-dire détachées d'une même sphère, correspondent à deux droites qui sont polaires réciproques par rapport à un complexe linéaire L. Aux droites de L correspondent en particulier les points, c'est-à-dire les semi-sphères infiniment petites qui coïncident avec leurs opposées.

» Parmi les droites de L, il y en a une (l) qui joue un rôle particulier; aux droites p qui la rencontrent, correspondent des *semi-plans* π. Si p tourne autour d'un point de l, les semi-plans π correspondants passent par un même point de C_∞; c'est le point attaché à tous ces semi-plans (n° 2). Aux droites du complexe L qui rencontrent la droite l correspondent des semi-plans tangents de C_∞, lesquels se *confondent* avec leurs *opposés*.

» Puisque maintenant S et S^{-1} font correspondre à chaque droite une semi-sphère, ou *vice versa*, *il résulte que* $R = S^{-1}TS$, *de même que* $R^{-1} = S^{-1}T^{-1}S$, *fait correspondre à chaque semi-sphère une semi-sphère, tout en échangeant, en général, les points et les semi-plans par des semi-sphères*. L'introduction de la considération des semi-sphères dans les correspondances R apporte donc ce précieux avantage de restituer le caractère de birationnalité à ces correspondances, et d'ôter ainsi toute ambiguïté au résultat de leur composition mutuelle.

» Les transformations linéaires T de l'espace des droites sont, d'après M. Klein, les unes homographiques, les autres corrélatives. Parmi ces dernières, on a à remarquer la corrélation focale L déterminée par le complexe L; toute autre peut être composée de L et d'une homographie. *La correspondance* $R = S^{-1}LS$ *échange chaque semi-sphère en son opposée*.

» Le rôle des transformations R dans la *géométrie des semi-sphères* est établi par ce fait connu, qu'il n'y a pas d'autre correspondance entre sphères pour lesquelles le contact soit une propriété invariante.

» 4. Dans le groupe des transformations R est contenu, comme on sait, le groupe déterminé par les transformations par rayons vecteurs réciproques. Les transformations U de ce sous-groupe correspondent aux transformations T qui laissent le complexe L invariable.

» Par contre, au groupe des transformations T qui ne déplacent pas la droite l correspond un *groupe* V *de transformations* R *par lesquelles à chaque semi-plan correspond un semi-plan*, de même qu'à chaque semi-cône de révolution un semi-cône pareil [1]. Toute correspondance entre semi-plans par laquelle à des semi-plans passant par une droite c_∞ correspondent des semi-plans passant encore par une droite c_∞ est contenue dans ce groupe V. Les propriétés des figures de l'espace inaltérables par les transformations V intéressent la *géométrie des semi-plans*. Cette géométrie a donc sa place marquée à côté de la géométrie des rayons vecteurs réciproques.

» 5. Parmi les correspondances V entre semi-plans, il convient de remarquer particulièrement celles qui proviennent de transformations $T = SVS^{-1}$, dans lesquelles toutes les droites appuyées sur deux droites p_1, p_2 qui rencontrent l correspondent à elles-mêmes.

» Dans une pareille correspondance entre semi-plans, il y a deux semi-plans *fondamentaux* π_1, π_2, qui correspondent à eux-mêmes. Toute semi-sphère qui touche π_1 et π_2 correspond à elle-même. Deux semi-plans correspondants sont tangents à un même semi-cône de révolution touchant les deux plans fondamentaux ; ces deux couples de semi-plans déterminent sur le semi-cône un rapport anharmonique constant et qui est le même pour tout couple de semi-plans correspondants.

» La correspondance par *directions réciproques*, étudiée par M. Laguerre, dans la Note citée, est un cas particulier de ces correspondances. On l'obtient, en effet, en supposant que les deux semi-plans fondamentaux viennent à devenir *opposés*, ce qui arrive dans le cas où les deux droites p_1 et p_2, auxquelles correspondent dans S les plans π_1 et π_2, deviennent polaires l'une de l'autre par rapport au complexe L. Si les deux droites p_1 et p_2 s'approchent infiniment de la droite l, tout en appartenant au complexe L, la transformation par direction réciproque devient une *dilatation*. »

---

[1] Nous ne savons pas si ce sous-groupe V a attiré jusqu'ici l'attention. Nous trouvons cependant que M. Lie a déjà remarqué que les transformations R qui correspondent à des transformations T laissant invariables le complexe L et la droite l, et qui sont ainsi communes aux deux sous-groupes U et V, constituent les homographies qui font glisser le cercle C_∞ sur lui-même.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Parmi les fonctions fuchsiennes, il en est qui jouissent de certaines propriétés spéciales sur lesquelles je désire attirer l'attention.

» Soit un plan dont les différents points représentent la variable imaginaire z, et, dans ce plan, le *cercle fondamental* dont le centre est l'origine et le rayon l'unité.

» On pourra tracer dans ce plan l'axe des quantités réelles Ox et une série de cercles $C_1, C_2, \ldots, C_n$, définis de la manière suivante :

» 1° Ils coupent tous le cercle fondamental orthogonalement.

» 2° Le cercle C_1 coupe Ox en α_1 et β_1 sous un angle $\frac{\lambda_1}{2}$.

» 3° Le cercle C_i coupe le cercle C_{i-1} en α_i et β_i sous un angle λ_i.

» 4° Le cercle C_n coupe Ox en α_{n+1} et β_{n+1} sous un angle $\frac{\lambda_{n+1}}{2}$.

» Je suppose que chacun des angles $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{n+1}$ est une partie aliquote de 2π et que

$$(1) \qquad \lambda_1 + 2\lambda_2 + 2\lambda_3 + \ldots + 2\lambda_n + \lambda_{n+1} < 2\pi(n-1).$$

Grâce à l'inégalité (1), il est toujours possible de tracer la figure que nous venons de définir.

» Cela posé, définissons $n+1$ fonctions de z, $z_1, z_2, \ldots, z_{n+1}$, par les équations suivantes :

$$\frac{z_1-\alpha_1}{z_1-\beta_1} = e^{i\lambda_1}\left(\frac{z-\alpha_1}{z-\beta_1}\right),$$

$$\frac{z_2-\alpha_2}{z_2-\beta_2} = e^{i\lambda_2}\left(\frac{z-\alpha_2}{z-\beta_2}\right),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\frac{z_{n+1}-\alpha_{n+1}}{z_{n+1}-\beta_{n+1}} = e^{i\lambda_{n+1}}\left(\frac{z-\alpha_{n+1}}{z-\beta_{n+1}}\right).$$

» D'après la théorie générale des fonctions fuchsiennes, exposée dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 14 février 1881, il existera une infinité de fonctions $F(z)$, uniformes en z, n'existant qu'à l'intérieur du cercle fondamental, méromorphes à l'intérieur de ce cercle et jouissant de la propriété suivante :

$$F(z) = F(z_1) = F(z_2) = \ldots = F(z_n) = F(z_{n+1}).$$

» Entre deux quelconques de ces fonctions, dites *fonctions fuchsiennes*, il y a une relation algébrique. Si, de plus, on pose

$$x = \mathrm{F}(z), \quad y = \sqrt{\frac{d\mathrm{F}}{dz}},$$

on aura

(2) $$\frac{d^2y}{dx^2} = y\,\varphi(x),$$

φ étant algébrique en x, de sorte que la fonction $\mathrm{F}(z)$ permettra d'intégrer l'équation (2).

» Quel sera le genre de la relation algébrique qui existe entre deux fonctions fuchsiennes quelconques?

» Soient u et v deux de ces fonctions et

(3) $$f(u, v) = 0$$

la relation qui les unit; soit enfin

$$\int \theta(u, v)\, du = \mathrm{G}(z)$$

une intégrale abélienne de première espèce dérivée de la relation (z). $\mathrm{G}(z)$ n'existera qu'à l'intérieur du cercle fondamental et sera holomorphe à l'intérieur de ce cercle. On démontre que toutes les périodes doivent être nulles; la relation (z) est donc du genre 0 et toutes les fonctions fuchsiennes peuvent s'exprimer rationnellement par l'une d'entre elles. Nous achèverons de définir $\mathrm{F}(z)$ par les conditions suivantes :

» 1° $\mathrm{F}(z)$ sera l'une des fonctions fuchsiennes à l'aide desquelles toutes les autres s'expriment rationnellement.

» 2° On aura

$$\mathrm{F}(\alpha_1) = 0, \quad \mathrm{F}(\alpha_2) = 1, \quad \mathrm{F}(\alpha_3) = \infty.$$

Il en résultera que, dans l'équation (2), φ sera rationnel en x et que les points singuliers de l'équation (2) seront

$$\mathrm{F}(\alpha_1),\ \mathrm{F}(\alpha_2),\ \ldots,\ \mathrm{F}(\alpha_n),\ \mathrm{F}(\alpha_{n+1}).$$

De plus, la fonction $\mathrm{F}(z)$ reste réelle tout le long des cercles C_1, C_2, ..., C_n, et, par conséquent, les points singuliers de l'équation (2) sont tous réels. Enfin on peut profiter des éléments qui restent indéterminés de telle sorte que $\mathrm{F}(\alpha_1)$, $\mathrm{F}(\alpha_2)$, ..., $\mathrm{F}(\alpha_{n+1})$ deviennent respectivement égaux à $n+1$ nombres réels quelconques donnés.

» Dans le cas particulier où $n = 2$, l'équation (2) se réduit à l'équa-

tion hypergéométrique de Gauss et $F(z)$ se réduit à cette fonction particulière sur laquelle j'ai appelé spécialement l'attention dans ma Note du 14 février et dont M. Halphen a fait ressortir les propriétés les plus importantes dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 4 avril 1881.

» Si, de plus, on suppose

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0,$$

la fonction

$$F\left(\frac{z+\sqrt{-1}}{z-\sqrt{-1}}\right)$$

se réduit à la fonction modulaire.

» Ne supposons plus $n = 2$, mais supposons

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \ldots = \lambda_n = \lambda_{n+1} = 0;$$

les points $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n+1}$ seront rejetés sur le cercle fondamental. La fonction $F(z)$ ne pourra prendre, à l'intérieur de ce cercle, aucune des valeurs

$$F(\alpha_1),\ F(\alpha_2),\ \ldots,\ F(\alpha_{n+1}).$$

» Supposons donc une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels en x et dont les points singuliers soient

$$x = F(\alpha_1), \quad x = F(\alpha_2), \quad \ldots, \quad x = F(\alpha_{n+1}),$$

on y fera

$$x = F(z).$$

Les intégrales de l'équation proposée seront des fonctions zétafuchsiennes de z, qui n'existeront qu'à l'intérieur du cercle fondamental et seront holomorphes à l'intérieur de ce cercle.

» Cette méthode permet d'intégrer toutes les équations différentielles linéaires à coefficients rationnels toutes les fois que tous les points singuliers sont réels. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.* Mémoire de M. L.-V. **Turquan.** (Extrait par l'auteur.)

« L'intégration de l'équation

$$f(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$$

dépend de l'intégration du système d'équations simultanées aux différentielles ordinaires suivant, entre les huit variables x, y, z, p, q, r, s, t :

$$\left(\frac{df}{dx}+\frac{df}{dz}p\right)dx+\frac{df}{dp}dp+\frac{df}{dr}dr=0,$$
$$\left(\frac{df}{dy}+\frac{df}{dz}q\right)dy+\frac{df}{dq}dq+\frac{df}{ds}ds+\frac{df}{dt}dt=0,$$
$$\left(\frac{df}{ds}dx-\frac{df}{dr}dy\right)dy-\frac{df}{dt}dx^2=0,$$
$$s\left(\frac{df}{dq}dx-\frac{df}{dp}dy\right)dx-\left(\frac{df}{ds}dx-\frac{df}{dr}dy\right)ds=0,$$
$$dz-p\,dx-q\,dy=0,$$
$$dp-r\,dx-s\,dy=0,$$
$$dq-s\,dx-t\,dy=0.$$

» Le système intégral de ces équations ne renferme que six constantes arbitraires distinctes, et, si entre les sept équations de ce système on élimine une des constantes et les cinq dérivées p, q, r, s, t, on trouve une valeur de z fonction de x, y et de cinq constantes arbitraires, qui est une intégrale complète de l'équation proposée.

» Ce procédé peut être en défaut lorsque quelques dérivées manquent dans l'équation proposée; mais un changement de variables, au moyen des formules

$$z=ax'+by'+cz',$$
$$y=a'x'+b'y'+c'z',$$
$$x=a''x'+b''y'+c''z',$$

ramène l'équation à la forme générale, c'est-à-dire à une forme où elle contient toutes les variables.

» Cette méthode, appliquée aux équations

$$rt-s^2=0,$$
$$\mathrm{A}r+\mathrm{B}s+\mathrm{C}t=0,$$
$$q^2r-2pqs+p^2t=0,$$
$$x^2r+2xys+y^2t=0,$$
$$2p-(r-t)x=0,$$

a toujours réussi et donné les intégrales obtenues par d'autres procédés. »

GÉODÉSIE. — *Les étalons de poids et mesures de l'Observatoire de Paris et les appareils qui ont servi à les construire ; leur origine, leur histoire et leur état actuel.* Note de M. C. **Wolf**, présentée par M. Mouchez.

« Près de quatre-vingts ans se sont écoulés depuis qu'un arrêté du premier Consul, en date du 1er vendémiaire an XII, a ordonné le dépôt à l'Observatoire de Paris de deux étalons du mètre et du kilogramme copiés sur ceux des Archives nationales, et des appareils qui ont servi à l'établissement du système métrique. La garde de ces instruments était confiée au Bureau des Longitudes; elle a passé, depuis 1854, au Directeur de l'Observatoire.

» Pendant plus de cinquante ans, il n'a existé aucun catalogue régulier de ces instruments : on ne peut donc s'étonner si actuellement il règne à l'Observatoire quelques incertitudes dans les traditions relatives aux appareils employés par les deux Commissions du mètre, si parfois même ces traditions ont été complètement perdues.

» A l'étranger, des doutes ont été élevés récemment sur l'authenticité de l'un de nos étalons historiques, la toise du Pérou. Dans le préambule de ses observations faites en 1870 avec l'appareil du pendule de Bessel, M. C. F. W. Peters écrit, en parlant de la toise de Bessel : « Comme, depuis » l'époque des expériences de Bessel, l'original de la toise du Pérou a été » perdu, cette copie exacte (qui en a été faite en 1823 par Fortin et qui » est connue sous le nom de *toise de Bessel*) a acquis un haut accroissement » d'importance. »

» L'attention de M. l'amiral Mouchez, Directeur de l'Observatoire, ayant été appelée par le Standard Office de Londres sur cette assertion de M. Peters, il m'a chargé des recherches nécessaires pour vérifier l'authenticité et l'état de conservation de la règle de fer que l'Observatoire possède sous le nom de *toise du Pérou*. Ces recherches, celles auxquelles je m'étais livré depuis mon entrée à l'Observatoire, les renseignements que j'avais eu la bonne fortune d'obtenir autrefois de MM. Mathieu et Laugier, m'ont permis de reconstituer d'une manière complète l'histoire, non seulement de cette toise, mais aussi de nos autres étalons et des appareils qui ont servi à leur construction, et de démontrer que, à l'exception de quatre pièces d'importance secondaire qui ont disparu à des époques que l'on peut préciser, tous les étalons et instruments déposés à l'Observatoire en exécution de

l'arrêté du 1er vendémiaire an XII y existent encore aujourd'hui, en bon état de conservation et avec des caractères indéniables d'authenticité.

» Je diviserai mon travail en trois parties; la première a pour objet les deux toises du Pérou et du Nord : c'est celle que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie; la deuxième est relative au mètre et aux appareils qui ont servi à le construire; la troisième renferme l'histoire des étalons de poids. L'ensemble sera publié dans les *Annales de l'Observatoire*.

» J'ai reconstitué l'histoire des toises du Pérou et du Nord à l'aide de documents empruntés aux publications et aux manuscrits de La Condamine, Bouguer, l'abbé Outhier, de Mairan, La Caille, Le Monnier, Legentil, et surtout à l'*Astronomie* de Lalande. L'exemplaire de la troisième édition de cet Ouvrage que possède l'Observatoire a été enrichi, par Lalande, d'une foule de Notes écrites en vue de la préparation d'une quatrième édition. Ces Notes donnent à notre exemplaire la valeur d'un manuscrit, et elles m'ont permis de rectifier quelques points mal interprétés de l'histoire de nos toises.

» Les Archives du Bureau des Longitudes et celles de l'Observatoire m'ont fourni de précieux documents pour les temps les plus rapprochés de nous, depuis le commencement du XIXe siècle.

» J'ai joint à l'histoire des deux toises du Pérou et du Nord celles des toises de Cassini, de Lacaille et de Mairan, qui semblent aujourd'hui perdues, mais dont les comparaisons fréquentes avec les deux règles étalons servent à définir la précision que l'on obtenait au dernier siècle dans ces comparaisons.

» L'examen détaillé des règles dans leur état actuel, la comparaison de leurs longueurs et l'étude de la forme de leurs extrémités, que j'ai faites sur la grande règle de Borda, à l'aide du comparateur de Lenoir et de Prony, m'ont amené aux conclusions suivantes :

» 1° L'histoire des deux toises du Pérou et du Nord peut être suivie sans interruption, depuis leur origine jusqu'à l'époque actuelle. Les deux règles que l'Observatoire possède sous ces noms sont bien réellement les toises de Godin et de La Condamine.

» 2° La différence de ces deux toises, comparées comme l'ont fait les académiciens de 1756, est la même aujourd'hui que celle qui a été trouvée à cette époque.

» 3° La forme générale des faces terminales des deux toises est la même que celle qui résulte de l'ensemble des comparaisons anciennes. La petite différence de longueur des deux toises aux bords de leurs entailles, appré-

ciable sur un comparateur à levier, a dû échapper aux procédés anciens de comparaison.

» 4° Il suit de là que le nettoyage subi par les deux toises en 1854 n'a pas altéré d'une manière appréciable la forme ni la distance de leurs faces terminales; que, par conséquent, les bruits répandus à cette époque sur l'altération de la toise du Pérou ne reposent sur aucun fondement sérieux.

» 5° Il résulte encore de cet examen qu'il n'est nullement prouvé que la toise du Nord ait jamais été égale à celle du Pérou à moins de $\frac{1}{25}$ de ligne, ni par conséquent qu'elle ait été altérée à son retour de Laponie. Ma conviction est que nous possédons les deux toises dans l'état même, quant aux surfaces terminales, où elles sont sorties des mains de Langlois en 1735 (1). »

PHYSIQUE. — *Sur la loi du rayonnement.* Note de M. J. Violle.

« L'intensité d'une radiation simple émise par le platine incandescent (2) est représentée très exactement par la formule $I = mT^3(1+\varepsilon\alpha^{-T})^T$, comme je l'ai indiqué précédemment et comme le prouve le Tableau suivant, qui contient les valeurs calculées au moyen de cette formule pour une partie des mesures rappelées plus haut :

	$\lambda = 656$ ($\varepsilon = 0,041495$; $\alpha = 1,00045$)		$\lambda = 589,2$ ($\varepsilon = 0,04295$; $\alpha = 1,00044$)		$\lambda = 535$ ($\varepsilon = 0,04467$; $\alpha = 1,00043$)	
t.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.
775°...	»	»	0,05	0	»	»
954...	1	0	1	0	1	0
1045...	3,1	−0,2	3,4	−0,2	3,6	−0,1
1500...	153	0	218	−1	324	+17
1775...	501	−6	812	+3	1365	0

» Mais si l'on essaye de représenter par la même formule les nombres de Dulong et Petit relatifs au rayonnement de leur thermomètre entre 80° et 240°, on n'obtient pas de bons résultats. De même, la formule célèbre de ces deux physiciens, $I = ma^t$, ne convient pas aux mesures obtenues avec le platine incandescent, et l'expression $I = mT^4$, proposée récemment par

(1) Le Mémoire *in extenso* de M. Wolf sera publié dans le prochain Volume des *Mémoires* de l'Observatoire.

(2) *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1881.

M. Stéphan, donnant pour les intensités relatives à 954°, 1045°, 1500° et 1775° les nombres 1, 1,33, 4,36 et 7,76, ne saurait être adoptée.

» On obtient, au contraire, une représentation très satisfaisante de tout l'ensemble des mesures par la formule

$$I = mTb^{T^2}a^T,$$

dans laquelle T représente la température absolue, m un coefficient constant, b le nombre 0,9999938, $a = 1,03550 - 13\lambda$, λ étant la longueur d'onde en millimètres.

» Si en effet nous appliquons d'abord cette formule au rayonnement du platine, nous avons :

	$\lambda = 656$.		$\lambda = 589,2$.		$\lambda = 535$.		$\lambda = 482$.	
t.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.
775°..	»	»	0,04	−0,01	»	»	»	»
954..	1	0	1	0	1	0	»	»
1045..	3,0	−0,3	3,2	−0,4	3,4	−0,3	1	»
1500..	161	+7	219	0	311	+4	142	1
1775..	507	0	807	−2	1371	+6	807	5,7

» Les calculs ont été faits avec les valeurs de a qui ont paru le mieux convenir aux observations; ces valeurs,

1,02713, 1,02772, 1,02838, 1,02935,

satisfont à la formule $a = 1,03550 - 13\lambda$ avec les différences respectives

$-0,00016$, $+0,00012$, $+0,00015$, $-0,00012$.

» Les expériences de Dulong et Petit sont également bien représentées par la même formule en prenant $a = 1,01161$, c'est-à-dire en supposant $\lambda = 1838$, ce qui est parfaitement admissible, d'après les mesures de M. Mouton, qui a fixé des λ jusqu'à 2140. On a, en effet :

	Vitesses de refroidissement		
Excès.	déterminées par Dulong et Petit.	calculées par ma formule.	Δ.
80°..........	1,74	1,71	−0,04
100..........	2,30	2,35	+0,05
120..........	3,02	3,10	+0,08
140..........	3,88	3,97	+0,09

Excès.	Vitesses de refroidissement déterminées par Dulong et Petit.	Vitesses de refroidissement calculées par ma formule.	Δ.
160°	4,89	4,96	+0,05
180	6,10	6,10	0
200	7,40	7,39	−0,01
220	8,81	8,84	+0,03
240	10,69	10,46	−0,23

» Les différences ne sont pas, en général, supérieures à celles qui existent entre les nombres calculés par Dulong et Petit d'après leur formule et les nombres observés.

» De l'ensemble de ces faits il me paraît résulter que la loi du rayonnement peut être représentée entre 0° et 1775° par la formule

$$I = mTb^{T^2}a^T. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *De la production du son par la force de rayonnement.* Note de M. A. Graham Bell [1].

« Au mois d'août dernier, dans un Mémoire lu à l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, j'ai décrit certaines expériences que j'ai faites avec M. Sumner Tainter, et qui nous ont conduits à construire un *photophone*, appareil pour la production du son par la lumière [2]; aujourd'hui je me propose d'indiquer les progrès que nous avons faits dans la connaissance des phénomènes photophoniques depuis la publication de notre premier travail.

» Dans le Mémoire lu à Boston, nous avons annoncé que des disques minces d'un très grand nombre de substances *émettent des sons* lorsqu'on les soumet à l'action d'un rayon de lumière solaire à intermittences rapides. Le grand nombre des substances soumises à l'expérience m'a fait penser que le pouvoir d'émettre des sons dans de telles conditions devait être une propriété générale de la matière.

---

[1] Mémoire lu à l'Académie nationale des Arts et des Sciences le 21 avril 1881.

[2] Voir les *Proceedings of american Association for the advancement of Science*, 27 août 1880; l'*American Journal of Science*, vol. XX, p. 305; le *Journal of the American electrical Society*, vol. III, p. 3; le *Journal of the Society of telegraph Engineers and Electricians*, vol. IX, p. 404; les *Annales de Chimie et de Physique*, vol. XXI.

» Jusqu'alors nous n'avions pu réussir à obtenir des sons perceptibles en opérant sur des masses des substances qui devenaient sonores quand nous les employions à l'état de diaphragmes minces; mais nous nous étions expliqué cet échec en admettant que le mouvement moléculaire déterminé par la lumière était surtout une action exercée à la surface et que, dans les conditions de nos expériences, les vibrations devaient traverser la masse entière pour venir agir sur l'oreille. Nous avons donc supposé que, si nous pouvions amener jusqu'à l'oreille de l'air qui fût directement en contact avec la surface éclairée, nous obtiendrions des sons plus énergiques, qui prouveraient que les masses un peu considérables sont aussi sonores que les diaphragmes minces. Les premières expériences faites pour vérifier cette hypothèse semblèrent nous donner raison. En concentrant un rayon de lumière solaire à l'une des extrémités d'un tube ouvert et en mettant l'oreille à l'autre extrémité, nous avons pu, lors de l'interruption du rayon lumineux, percevoir un son musical, dont la hauteur dépendait de la fréquence des intermittences et dont la force variait avec la nature de la substance du tube.

» Forcé de partir pour l'Europe, je dus alors interrompre ces expériences. A Paris, j'eus l'idée de les reprendre sous une forme nouvelle, qui devait me permettre d'étudier les sons produits par les masses matérielles, et aussi de vérifier le principe général de la *sonorité de la matière soumise à l'action d'un rayon de lumière intermittent*. Pour y arriver, il fallait que la substance mise en expérience fût placée dans l'intérieur d'un vase transparent, en verre par exemple, perméable à la lumière, mais arrêtant sensiblement le son. Ainsi la lumière pourrait pénétrer dans le vase, tandis que le son produit par les vibrations de la substance ne pourrait s'en échapper. Pour le percevoir, on mettrait l'oreille en communication avec l'intérieur du vase au moyen d'un tube acoustique.

» Je fis à Paris quelques expériences préliminaires, et j'obtins des résultats si encourageants, que je les communiquai à l'Académie des Sciences par une Note que M. Antoine Breguet voulut bien se charger de présenter en mon nom, le 11 octobre 1880 [1]. Bientôt après j'écrivis à M. Tainter pour lui demander de poursuivre ces recherches en Amérique, parce que les circonstances ne me permettaient pas de le faire moi-même en Europe. Comme ces expériences semblent avoir servi de point de départ à toute une série de recherches indépendantes d'une très grande importance, qui ont été

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, p. 595.

faites simultanément en Amérique par M. Tainter, et en Europe par M. Mercadier [1], M. Tyndall [2], M. W.-E. Röntgen [3] et M. W.-H. Preece [4], je me permets de citer le passage de ma Lettre à M. Tainter relatif aux expériences en question :

« Hôtel Métropolitain, rue Cambon, Paris, 2 novembre 1880.

» Mon cher monsieur Tainter,

» .... J'ai songé à une méthode pour obtenir des sons par l'action d'un rayon de lumière intermittent sur les substances auxquelles il est impossible de donner la forme de diaphragmes minces ou de tubes; cette méthode est tout particulièrement propre à vérifier la généralité du phénomène que nous avons découvert, car elle peut s'appliquer aux solides, aux liquides et aux gaz.

» Mettez dans une éprouvette de verre la substance que vous voulez soumettre à l'expérience, et adaptez à l'ouverture de cette éprouvette un tube de caoutchouc qui portera le son jusqu'à l'oreille; concentrez alors le rayon intermittent sur la substance placée dans l'éprouvette. J'ai appliqué cette méthode à un grand nombre de corps, et toujours avec succès, bien qu'il soit très difficile d'avoir un rayon de Soleil ici, et que, même lorsque le Soleil se montre, l'intensité de sa lumière ne puisse se comparer à celle que nous avons à Washington. Des cristaux de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre et la fumée de tabac m'ont donné de très beaux effets. Un cigare entier, mis dans l'éprouvette, a produit un son très marqué. L'eau pure ne m'a pas donné de résultat; mais, en la mélangeant d'un peu d'encre, j'ai obtenu un son faible. Je vous conseille de répéter ces expériences et de les étendre encore.... »

» Lors de mon retour à Washington, le 7 janvier, M. Tainter me communiqua le résultat des expériences qu'il avait faites dans mon laboratoire pendant que j'étais en Europe. Il avait d'abord étudié les propriétés d'un grand nombre de corps enfermés dans des éprouvettes, au seul point de vue de l'intensité des sons. Il arriva ainsi à constater que la ouate, la laine, la soie et les substances fibreuses en général donnent des sons bien plus intenses que les corps durs et rigides, comme les cristaux ou les diaphragmes tels que ceux que nous avions pris d'abord.

» Pour mieux étudier les effets obtenus, M. Tainter disposa les corps sur

---

(1) *Notes sur la radiophonie* (*Comptes rendus*, 6 et 13 déc. 1880; 21 et 28 févr. 1881). Voir aussi le *Journal de Physique*, t. X, p. 53.

(2) *Action d'un rayon intermittent de chaleur rayonnante sur les gaz* (*Proc. Royal Society*, 13 janv. 1881, t. XXI, p. 307).

(3) *Sur les sons que détermine l'éclairage intermittent d'un gaz* (voir les *Annalen der Phys. und Chemie*, janv. 1881, n° 1, p. 155).

(4) *De la conversion de la force de rayonnement en vibrations sonores* (*Proc. Royal Society*, 10 mars 1881, t. XXXI, p. 506).

lesquels il voulait opérer dans une cavité de forme conique, pratiquée dans une masse de cuivre et fermée par une glace plane. Un tube de cuivre, aboutissant à cette cavité, la faisait communiquer avec le tube acoustique. En opérant sur de la laine ou quelque autre matière fibreuse, il obtenait, avec cette disposition, des sons bien plus intenses qu'avec une éprouvette.

» M. Tainter compara ensuite des fibres de laine et de soie de différentes couleurs et ne tarda pas à reconnaître que les nuances les plus foncées donnent les résultats les plus marqués. La laine noire surtout lui donna un son très intense.

» Comme la ouate blanche s'était montrée égale, sinon supérieure, à toutes les autres matières fibreuses blanches qu'il avait essayées jusque-là, il songea naturellement à la comparer à la ouate de couleur; mais, n'en ayant pas sous la main, il eut recours au noir de fumée pour teindre la ouate blanche. Le son se trouva tellement renforcé, que M. Tainter voulut opérer sur le noir de fumée seul. Il mit donc dans une éprouvette une petite cuillerée de noir de fumée, qu'il soumit à l'action d'un rayon solaire intermittent; il obtint ainsi un son bien plus intense qu'aucun de ceux qu'il avait obtenus jusqu'alors. Il enfuma une glace et l'exposa au rayon intermittent, de manière que la face noircie fût tournée vers le Soleil : le son produit fut assez intense pour être entendu, lorsqu'on prêtait l'oreille, de toutes les parties du laboratoire. Si l'autre face était tournée vers le Soleil, le son devenait notablement plus faible. M. Tainter répéta toutes ces expériences devant moi dès que je fus de retour à Washington, afin de m'en faire vérifier les résultats.

» En enfumant l'intérieur de la cavité conique et en l'exposant au rayon intermittent, avec son couvercle de verre remis en place, nous obtînmes des effets tout à fait surprenants. Le son était si intense, qu'il faisait réellement mal à l'oreille quand on appuyait celle-ci contre l'extrémité du cornet acoustique. Mais les sons devenaient sensiblement plus forts lorsque nous mettions une toile métallique enfumée dans l'intérieur du récipient.

» Nous lançâmes le rayon intermittent dans un résonnateur que nous avions exposé à la fumée d'une lampe, et alors nous pûmes observer de curieuses alternances de son et de silence. Nous faisions d'abord tourner le disque interrupteur avec une très grande vitesse, puis nous le laissions peu à peu revenir au repos. On entendait d'abord un son musical très faible, dont la hauteur diminuait peu à peu à mesure que les interruptions se ralentissaient. Quant à l'intensité du son produit, elle varia d'une manière très remarquable. A chaque instant il se produisait des renforcements

secondaires, qui devinrent de plus en plus marqués à mesure que nous approchions de la hauteur normale du résonnateur. Lorsqu'enfin la fréquence des interruptions se trouva égale à celle des vibrations de la note fondamentale du résonnateur, le son devint si intense, que plusieurs centaines de personnes auraient pu l'entendre à la fois.

» Ces effets du noir de fumée m'ont semblé d'autant plus extraordinaires, que je me souviens parfaitement d'avoir fait, pendant l'été de 1880, sur des diaphragmes enfumés, des expériences qui n'avaient donné aucun accroissement d'intensité de ce genre. Ainsi l'examen des carnets de nos expériences photophoniques antérieures nous a fait trouver au Tome VII, page 57, la note qui suit :

« *Expérience V.* — Diaphragme de mica recouvert de noir de fumée du côté exposé à la lumière.

» *Résultats.* — Son distinct, peu différent de celui que donne le diaphragme sans noir de fumée. — A. G. B., 18 juillet 1880.

» J'ai vérifié cette expérience; mais je trouve le son un peu plus fort avec le noir de fumée que sans. — S. T., 18 juillet 1880. »

» En répétant cette ancienne expérience, nous sommes arrivés à un résultat identique à celui que nous venons d'indiquer; la couche de noir de fumée mise sur le mica ne nous a donné qu'un accroissement d'intensité douteux, ou en tout cas très faible. Dans cette expérience, nous avons constaté l'effet produit, tantôt en mettant le diaphragme de mica contre l'oreille, tantôt à l'aide d'un cornet acoustique dont une extrémité était fermée par le diaphragme. Le son s'entendait mieux à l'air libre, en mettant l'oreille aussi près de la surface noircie qu'il était possible de le faire sans intercepter le rayon lumineux.

» A l'époque où j'avais lu mon Mémoire à l'Association américaine, il m'avait été impossible de savoir si les corps rendus sonores par l'action directe du rayon solaire intermittent pouvaient reproduire les sons de la parole articulée sous l'action du rayon ondulatoire parti de notre transmetteur photophonique. On comprendra sans peine la difficulté qui m'avait arrêté, si l'on considère que les sons émis par les diaphragmes minces et les tubes étaient si faibles, que les corps sous cette forme ne pouvaient donner de sons perceptibles à une grande distance du transmetteur ; d'un autre côté, à une faible distance, on ne pouvait non plus juger des effets produits par le transmetteur articulé, parce que la voix s'entendait directement à travers l'air. Mais les sons très intenses que donne le noir de

fumée nous ont permis de démontrer que ce corps peut, dans le photophone articulant, être substitué au récepteur électrique dont nous nous étions d'abord servis.

» Il nous a été impossible d'opérer à de plus grandes distances sans héliostat, à cause de la difficulté de maintenir la lumière dirigée d'une manière constante vers le récepteur. Des mots et des phrases prononcés dans le transmetteur à voix basse ont été reproduits d'une manière intelligible par le récepteur de noir de fumée.

» Pour obtenir des effets à distance sans le secours d'une lentille, nous prenons deux disques perforés de la même façon, et nous faisons tourner rapidement l'un des deux, tandis que l'autre reste stationnaire. Ce genre d'interrupteur est aussi très commode pour opérer avec la lumière artificielle. Le récepteur se compose d'un réflecteur parabolique, au foyer duquel se trouve un vase de verre contenant du noir de fumée ou quelque autre substance sensible et en communication avec un cornet acoustique. Le rayon de lumière est interrompu en traversant les deux disques perforés et, quand on met cet instrument en action, le récepteur sensible fournit des signaux musicaux comme les points et les traits de l'alphabet Morse, grâce à de légers mouvements que le miroir fait sur son axe.

» On peut aussi remplacer le réflecteur parabolique par un réflecteur conique, comme celui qu'a proposé M. Sylvanus Thompson (¹).

» Quant aux corps sensibles qu'il convient d'employer, nos expériences font voir que pour les solides l'état physique et la couleur sont deux conditions, qui ont une influence marquée sur l'intensité des sons obtenus. *Le maximum d'intensité s'obtient avec les corps de consistance lâche, poreuse et spongieuse, et avec ceux qui ont les couleurs les plus foncées ou les plus absorbantes.*

» Les corps qui ont donné les meilleurs résultats jusqu'ici sont la ouate, la laine, les matières fibreuses en général, le liège, l'éponge, le platine et les autres métaux à l'état spongieux, et le noir de fumée.

» Voici comment on peut essayer d'expliquer l'intensité des sons que donnent ces substances. Prenons, par exemple, le noir de fumée, corps qui s'échauffe sous l'action de tous les rayons, quel qu'en soit le degré de réfrangibilité. Je considère une masse de cette substance comme une sorte d'éponge dont les pores sont remplis d'air au lieu d'être pleins d'eau. Lorsqu'un rayon solaire tombe sur cette masse, les molécules de noir de

---

(¹) *Phil. Mag.*, avril 1881, vol. XI, p. 286.

fumée s'échauffent, et par conséquent se dilatent, ce qui fait contracter les pores compris entre elles. Cela chasse nécessairement au dehors une certaine quantité d'air, tout comme en pressant une éponge mouillée nous en faisons jaillir l'eau. La force avec laquelle a lieu cette expulsion de l'air doit être notablement accrue par la dilatation de l'air lui-même par suite de son contact avec les molécules échauffées du noir de fumée. Dès que la lumière cesse d'arriver, l'effet contraire se produit : les molécules de noir de fumée se refroidissent et se contractent, laissant ainsi de plus grands espaces entre eux, et l'air qui remplit ces espaces se refroidit aussi. Un vide partiel se produit, dans lequel l'air extérieur se précipite, comme l'eau se précipite dans une éponge que l'on cesse de comprimer avec la main.

» Ainsi se produit dans l'atmosphère une onde de compression toutes les fois qu'un rayon solaire vient tomber sur le noir de fumée et une onde de raréfaction toutes les fois que la lumière est interceptée. *Cela nous permet de comprendre comment il se fait qu'un corps tel que le noir de fumée puisse déterminer dans l'air ambiant des vibrations sonores intenses, quoiqu'en même temps il ne communique qu'une très faible vibration à la masse solide ou au diaphragme sur lequel il repose.*

» M. Preece a, de son côté, reconnu le même fait en Angleterre, et il s'est demandé si, dans les expériences faites sur des diaphragmes minces, le son perçu était dû à la vibration du disque, ou, selon l'idée de M. le professeur Hughes, à la dilatation et à la contraction de l'air contenu dans la cavité derrière le diaphragme. Dans un Mémoire lu à la Société royale le 10 mars, M. Preece décrit plusieurs expériences qui lui semblent prouver que les effets observés sont dus uniquement aux vibrations de l'air enfermé, tandis que *les disques ne vibrent pas du tout.*

» Voici les raisons qui me portent à ne pas adopter cette manière de voir :

» 1° Lorsque l'on concentre un rayon solaire intermittent sur une feuille de caoutchouc durci ou de quelque autre substance, on entend un son musical non seulement en appliquant l'oreille derrière le point sur lequel tombe le rayon, mais encore en la mettant contre une partie quelconque de cette feuille, même à $0^m,20$ ou $0^m,30$ du point sur lequel tombe la lumière.

» 2° Si l'on fait tomber le rayon intermittent sur le diaphragme d'un *transmetteur de Blake,* on entend un son musical intense partir d'un téléphone en communication électrique avec le bouton de carbone. On obtient encore de bons résultats lorsque le bouton de carbone et la pile

font partie du circuit principal d'une bobine d'induction, tandis que le téléphone fait partie du circuit secondaire.

» Pour ces expériences, il faut enlever la caisse de bois et l'embouchure du transmetteur, afin qu'il ne reste de cavités pleines d'air d'aucun côté du diaphragme.

» *Il est donc évident qu'avec les disques minces une vibration du diaphragme est réellement déterminée par l'action du rayon intermittent, indépendamment de la dilatation et de la contraction de l'air enfermé dans la cavité située en arrière du diaphragme.*

» Lord Rayleigh a démontré par le calcul qu'une vibration assez étendue pour produire un son appréciable doit nécessairement résulter de l'action intermittente d'un rayon accompagné de chaleur, et il termine ainsi : « Nous sommes, je crois, en droit de conclure que rien ne s'oppose » jusqu'ici à ce que nous admettions que les sons en question sont dus à » la flexion des plaques inégalement échauffées. » (*Nature*, t. XXIII, p. 274.) Cependant M. Preece prétend prouver que les sons produits ne peuvent s'expliquer par cette hypothèse; mais l'expérience qu'il invoque n'est pas concluante. D'après M. Preece, si l'explication de lord Rayleigh était juste, la dilatation et la contraction d'une bande mince de substance soumise à l'action d'un rayon intermittent pourrait ouvrir et fermer un circuit voltaïque, de manière à déterminer la production d'un son par un téléphone compris dans ce circuit. Mais cette épreuve n'a rien de concluant, car lord Rayleigh a démontré (*Proc. of Roy. Soc.*, 1877) qu'un son appréciable peut être produit par une vibration d'une amplitude *inférieure à un dix-millionième de centimètre*, et assurément une telle vibration n'aurait pas suffi pour mettre en mouvement un interrupteur tel que celui employé par M. Preece. Les résultats négatifs qu'il a obtenus ne peuvent donc pas être regardés comme probants.

» Voici, au contraire, quelques expériences de M. Tainter, qui semblent bien plus favorables à la théorie de lord Rayleigh qu'à celle de M. Preece :

» 1° Une petite bande fixée solidement au centre d'un diaphragme de fer est ensuite tendue perpendiculairement au plan du diaphragme. Lorsqu'on lance le rayon intermittent sur la bande, on peut entendre un son musical distinct en appliquant l'oreille au tube acoustique.

» *Cela semble indiquer un mouvement rapide de dilatation et de contraction de la substance soumise à l'expérience.*

» Mais une vibration du diaphragme se serait également produite si la petite bande avait pris un mouvement d'oscillation, dû soit au choc

direct du rayon, soit à la brusque dilatation de l'air en contact avec la bande.

» 2° Pour voir si les choses s'étaient passées ainsi, une petite bande additionnelle fut attachée par son point central seulement à la première, et fut alors soumise à l'action du rayon intermittent.

» Si la vibration du diaphragme était due à une force venant donner un choc à la bande, alors l'addition de la bande ne pouvait en rien changer le résultat obtenu. Si, au contraire, cette vibration était due à la dilatation et à la contraction de la bande dans le sens de sa longueur, le son devait cesser, ou tout au moins diminuer. Le rayon lumineux qui tombait fut alors rendu intermittent par la rotation rapide d'un disque perforé que l'opérateur laissa revenir peu à peu au repos.

» Aucun son ne put être perçu, sauf au moment où, la rotation n'ayant plus qu'une certaine vitesse, un faible son musical se fit entendre.

» Ce résultat confirme le premier.

» La perception d'un son, à un certain moment de l'expérience, semble indiquer que la petite bande possédait une vitesse normale de vibration propre.

» Lorsque la fréquence des intermittences lumineuses était d'accord avec cette vitesse, la bande additionnelle se mettait probablement à vibrer à la manière d'un diapason, et, dans ce cas, une oscillation devait se transmettre par son point d'appui central à la bande principale.

» Cela prouve indirectement la valeur de cette expérience.

» La liste des corps solides sur lesquels j'ai fait des expériences est trop longue pour que je la donne ici; il me suffit de dire que je n'ai pas encore trouvé un seul corps solide qui n'ait donné de son lorsque l'expérience était faite dans des conditions convenables [1].

» *Expériences sur les liquides.* — Les sons produits par les liquides sont bien plus difficiles à constater que ceux rendus par les solides. Le pouvoir absorbant considérable de la plupart des liquides nous porterait à nous attendre à des vibrations intenses lorsque le rayon intermittent vient les frapper; mais le nombre des liquides sonores que nous avons pu trouver jusqu'ici est fort restreint, et les sons qu'ils donnent sont si faibles que,

---

[1] Dans mon Mémoire de Boston, j'ai cité le carbone et les plaques de verre très minces comme n'émettant aucun son, et, dans la Note présentée à l'Académie, j'y ai joint le chlorate de potasse en poudre (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 595). Toutes ces substances ont depuis donné des sons dans des expériences mieux conduites.

pour les entendre, il a fallu réunir la plus grande attention et les conditions expérimentales les plus favorables. Voici comment je procède. Je remplis une très longue éprouvette du liquide que je veux étudier, et j'en coiffe l'orifice avec un tube de caoutchouc flexible, qui descend assez bas pour empêcher la lumière d'arriver à la couche de vapeur qui se trouve au-dessus du liquide. Je me prémunis également contre toute réflexion par le fond de l'éprouvette. Je concentre ensuite un rayon solaire intermittent sur le milieu de la colonne liquide, en me servant pour cela d'une lentille de grand diamètre.

Résultats.

Eau pure	Pas de son susceptible.
Eau teintée d'encre	Son faible.
Mercure	Pas de son perceptible.
Éther sulfurique*	Son faible, mais distinct.
Ammoniaque	»
Ammonio-sulfate de cuivre	»
Encre ordinaire	»
Indigo dissous dans l'acide sulfurique	»
Chlorure de cuivre*	»

» Les liquides marqués d'un astérisque ont donné les sons les plus intenses.

» Les vibrations sonores s'affaiblissent toujours beaucoup en passant des liquides aux gaz, et il sera peut-être possible de trouver un mode d'expérimentation qui donne de meilleurs résultats en transmettant les vibrations du liquide à l'oreille par l'intermédiaire d'une verge solide.

» *Expériences sur les gaz.* — Le 29 novembre 1880, j'eus le plaisir de montrer à M. le professeur Tyndall, dans le laboratoire de l'Institution royale, les expériences indiquées dans la Lettre à M. Tainter dont j'ai cité plus haut un passage, et M. Tyndall fut d'avis que les sons étaient dus à de brusques changements de température dans le corps soumis à l'action du rayon solaire. Comme je n'avais encore fait aucune expérience sur les propriétés sonores des différents gaz, il me donna l'idée de remplir une éprouvette de vapeur d'éther sulfurique, corps qui absorbe bien la chaleur, et une autre de vapeur de bisulfure de carbone, qui l'absorbe médiocrement, et me prédit en même temps que, s'il se produisait un son, il serait plus énergique avec la première substance qu'avec la seconde. Je fis aussitôt l'expérience et le résultat vint confirmer sa prédiction.

» Depuis la publication des Mémoires de MM. Röntgen ([1]) et Tyndall ([2]), nous avons répété ces expériences, et nous les avons étendues à beaucoup d'autres corps gazeux : dans tous les cas, les résultats obtenus ont été semblables à ceux qu'indiquent les Mémoires en question.

» Les vapeurs des substances suivantes ont donné des sons intenses sous l'action du rayon intermittent : vapeur d'eau, gaz d'éclairage, éther sulfurique, alcool, ammoniaque, amylène, bromure d'éthyle, diéthylamine, mercure, iode, peroxyde d'azote. Ce sont ces deux derniers corps qui ont donné les sons les plus intenses.

» J'ai donc montré qu'on obtient des sons par l'action directe d'un rayon solaire intermittent sur des corps à tous les états physiques (solides, liquides et gaz), de sorte que la sonorité dans ces conditions semble être une propriété générale de la matière.

» *Des corps qui peuvent remplacer le sélénium dans les récepteurs électriques.* — A l'époque où j'ai communiqué mon Mémoire à l'Association américaine, les effets les plus intenses s'obtenaient avec du sélénium formant un élément construit dans de certaines conditions et mis en communication électrique avec un téléphone. Lorsqu'on faisait tomber sur le sélénium un rayon solaire intermittent, le téléphone rendait un son musical d'une grande intensité.

» Mais le sélénium était très irrégulier dans son action. Il était fort rare que deux morceaux de sélénium, même pris au même bâton de cette substance, donnassent les mêmes résultats dans des conditions de préparation identiques. Lors de mon séjour en Europe, l'automne dernier, M. le Dr Chichester Bell, de l'*University College* de Londres, me donna l'idée que cette irrégularité dans les résultats était peut-être due à des impuretés chimiques dans le sélénium. Depuis lors, M. le Dr Bell a visité mon laboratoire à Washington et a analysé les divers échantillons de sélénium que j'ai réunis, et qui viennent de différents pays. Comme je sais qu'il compte publier bientôt les résultats de cette analyse, je me contenterai de dire que dans ce sélénium il a trouvé du soufre, du fer, du plomb et de l'arsenic, avec des traces de matières organiques; que l'analyse quantitative a prouvé que le soufre seul entre pour environ $\frac{1}{100}$ dans la masse totale; enfin que, débarrassé de ces impuretés, le sélénium semble plus constant dans son action et plus sensible à la lumière.

([1]) *Ann. der Phys. und Chem.*, 1881, n° 1, p. 155.

([2]) *Proc. Roy. Soc.*, vol. XXXI, p. 307.

» M. le professeur W.-G. Adams [1] a fait voir que pour le tellure, comme pour le sélénium, la résistance électrique est modifiée par l'action de la lumière; nous avons donc cherché à employer cette substance au lieu du sélénium. Pour cela nous avons, au commencement de 1880, construit un nouvel élément, mais sans réussir à obtenir, avec un galvanomètre réflecteur, aucun signe de sensibilité. Depuis, cependant, nous avons constaté que, si l'on met cette spirale de tellure en communication avec une pile et un téléphone, et qu'on la soumette à l'action d'un rayon solaire intermittent, le téléphone donne un son musical bien net. L'intensité du son augmente si l'on introduit l'élément de tellure et la pile dans le circuit inducteur d'une bobine, et le téléphone dans le circuit du courant induit.

» L'énorme résistance du sélénium et la faible résistance du tellure nous ont fait penser qu'un mélange de ces deux corps présenterait peut-être des propriétés électriques particulières. Nous avons donc mélangé du sélénium et du tellure en diverses proportions, et, quoique nous ne soyons pas encore en droit d'affirmer rien de positif sur les résultats donnés, je puis dire tout au moins que ces mélanges sont sensibles à l'action de la lumière.

» Avant mon retour à Washington au mois de janvier dernier, M. Tainter avait eu l'idée que le grand trouble moléculaire produit dans le noir de fumée par l'action d'un rayon solaire intermittent devait déterminer un trouble égal dans un courant électrique qui le traverserait, de sorte que le noir de fumée pourrait peut-être remplacer le sélénium dans un récepteur électrique. Cette conjecture s'est vérifiée, et l'importance de cette découverte est énorme, surtout si l'on considère le prix élevé de substances aussi rares que le sont le sélénium et le tellure.

» Voici la forme d'élément de noir de fumée qui nous a semblé la meilleure. On dépose une couche d'argent sur une lame de verre, et on trace sur cette couche mince une ligne en zigzag qui partage la surface métallique en deux parties séparées, présentant la forme de deux peignes dont les dents seraient entrelacées.

» Chacune de ces parties est munie d'une armature qui permet de la rattacher à volonté à un circuit voltaïque. On étend alors sur toute la surface une bonne couche de noir de fumée, qui remplit les interstices entre les dents des deux peignes d'argent. Lorsque cet élément de noir de fumée est mis en communication avec un téléphone et une pile, et qu'on le sou-

---

[1] *Proc. Roy. Soc.*, vol. XXIV, p. 163.

met à l'action d'un rayon solaire intermittent, le téléphone rend un son musical intense. Ce résultat semble dû plutôt à l'état physique qu'à la nature de la substance conductrice dont on se sert, car les métaux à l'état spongieux donnent des effets semblables. Ainsi, lorsqu'un courant électrique traverse de l'éponge de platine exposée à un rayon solaire intermittent, un téléphone placé dans le même circuit donne un son musical distinct. Dans tous ces cas, en ajoutant au circuit une bobine d'induction, on accroît l'intensité du son; de plus, les éléments sensibles peuvent servir à reproduire la parole articulée aussi bien qu'à donner des notes musicales.

» Le noir de fumée donne encore des sons intenses lorsqu'il est soumis à l'action d'un courant électrique intermittent; il peut servir de récepteur téléphonique pour la reproduction de la parole par l'électricité.

» Voici encore une disposition commode de l'élément de noir de fumée. Lorsqu'on fait passer un courant intermittent à travers le noir de fumée, ou que l'on concentre sur cet élément un rayon solaire intermittent à travers la plaque de verre, on peut entendre un son intense en appliquant l'oreille contre le tube acoustique. Si l'on fait agir simultanément la lumière et le courant électrique, on entend deux notes musicales, qui produisent des battements lorsqu'elles ont à peu près la même hauteur. On pourrait sans doute, avec une disposition convenable, produire une interférence de sons complète.

» *De la mesure des effets sonores produits par différentes substances.* — Nous avons observé que les substances différentes donnent des sons d'intensités très différentes, quoique les conditions expérimentales soient sensiblement les mêmes, et il nous a semblé qu'il y aurait avantage à mesurer les sons produits. Pour y arriver, nous avons construit plusieurs appareils destinés à l'étude des effets sonores; mais, comme nos recherches ne sont pas encore complètes, je me bornerai à décrire ici quelques-uns des appareils que nous avons imaginés.

» Lorsqu'un rayon de lumière est concentré par une lentille, il est toujours possible de calculer l'affaiblissement qu'il subit à partir du foyer lorsque la distance s'accroît. Par conséquent, si nous pouvons trouver à quelles distances du foyer deux corps différents donnent des sons également intenses, nous pourrons calculer leurs pouvoirs sonores relatifs.

» Pendant mon séjour en Europe, M. Tainter a fait des expériences préliminaires pour trouver à quelle distance du point focal d'une lentille le son produit par une substance cesse d'être entendu. Quelques-uns des ré-

sultats auxquels il est arrivé peuvent donner une idée des différences énormes qui existent à cet égard entre les différents corps.

Distance du point focal d'une lentille à laquelle les sons émis par différents corps cessent d'être entendus.

Diaphragme de zinc (poli)	m 1,51
» d'ébonite	1,90
» de feuille d'étain	2,00
» de téléphone (fer vernissé)	2,15
» de zinc	2,15
Soie blanche	3,10
Laine blanche	4,01
Laine jaune	4,06
Soie jaune	4,13
Ouate blanche	4,38
Soie verte	4,52
Laine bleue	4,69
Soie pourpre	4,82
Soie brune	5,02
Soie noire	5,21
Soie rouge	5,24
Laine noire	6,50
Noir de fumée. Dans le récipient, la limite de perceptibilité n'a pu être déterminée faute d'espace. Le son est tout à fait perceptible à la distance de	10,00

» Convaincu, d'après ces expériences, que ces recherches devaient donner des résultats précieux, M. Tainter a imaginé un appareil pour étudier les intensités relatives des sons. Voici en quoi il consiste :

» 1. Un rayon lumineux est reçu par deux lentilles pareilles qui concentrent la lumière de chaque côté du disque interrupteur. Les deux corps dont on veut comparer les pouvoirs sonores sont mis dans les récipients et disposés de manière à exposer à l'action du rayon des surfaces égales; ces récipients communiquent par des tubes flexibles, de même longueur, avec le tube acoustique commun. Les récipients sont posés sur de petits chariots que l'on peut faire glisser le long de règles graduées. Les rayons lumineux qui traversent le disque interrupteur sont arrêtés tour à tour par les oscillations d'un pendule. De cette façon, les corps donnent alternativement un son musical. On maintient un des récipients au même point sur sa règle, tandis qu'on rapproche ou qu'on éloigne l'autre du foyer de son rayon jusqu'à ce que l'oreille juge que les sons donnés par les deux corps ont la

même intensité. On note alors les positions respectives des deux récipients.

» 2. Une autre méthode est fondée sur la production d'une interférence des sons. L'interrupteur est un diapason qui vibre d'une manière continue sous l'influence d'un électro-aimant.

» On concentre entre les deux branches du diapason un rayon de lumière puissant, dont le passage est plus ou moins arrêté par la vibration de deux écrans opaques adaptés aux branches du diapason.

» Un système de lentilles est disposé de manière à amener le rayon lumineux à la lentille réceptrice avec aussi peu de perte que possible. Les deux récipients sont adaptés à des coulisses, dont le mouvement se fait de part et d'autre de l'axe du rayon, et les récipients sont munis de tubes flexibles de longueurs inégales, lesquels aboutissent au tube acoustique commun.

» La longueur du tube est telle, que les vibrations sonores parties des récipients arrivent au tube acoustique dans les phases opposées de leur mouvement. Dans ces conditions, il se produit un silence lorsque les vibrations dans les récipients ont des intensités égales. Avec des intensités inégales, il reste un son affaibli. L'un des récipients reste immobile, et l'on fait glisser l'autre en l'éloignant ou en le rapprochant du foyer du rayon jusqu'à ce qu'on obtienne le silence complet. On note alors les positions relatives des deux récipients.

» 3. Une autre méthode consiste à comparer l'intensité d'une note produite par l'action de la lumière avec l'intensité d'une note de même hauteur produite par l'action de l'électricité. Un rhéostat mis dans le circuit nous permet de mesurer la résistance nécessaire pour rendre l'intensité du son électrique égale à celle de l'autre son.

» 4. Si l'on fait vibrer un diapason en faisant passer un courant ondulatoire au lieu d'un courant intermittent par l'électro-aimant, il est probable qu'un son musical produit électriquement dans le récepteur par l'action du même courant pourrait annuler l'effet produit dans le récepteur par l'action du rayon lumineux ondulatoire, et dans ce cas on devrait pouvoir établir un équilibre acoustique entre les effets de la lumière et ceux de l'électricité, en introduisant dans le circuit électrique une résistance suffisante.

» *Nature des rayons qui déterminent des sons dans les différents corps.* — Dans le Mémoire que j'ai lu à l'Association américaine en août dernier et dans celui-ci, j'ai donné au mot *lumière* son sens ordinaire plutôt que le sens scientifique, et je n'ai pas cherché jusqu'ici à distinguer les effets produits par les différents élements de la lumière ordinaire (rayons ther-

miques, lumineux et actiniques). Mais l'adoption du mot *photophone* par M. Tainter et par moi a pu faire croire que nous attribuions les phénomènes acoustiques découverts par nous uniquement à l'action des rayons lumineux. Le sens que nous avons toujours attaché aux mots *photophone* et *lumière* ressort clairement du passage suivant de mon Mémoire de Boston :

« Bien que ces effets soient produits, comme nous venons de le faire voir, par des formes invisibles de la force de rayonnement, nous avons donné le nom de *photophone* à l'appareil qui produit et reproduit ainsi le son, *parce qu'un rayon de lumière ordinaire contient les rayons qui agissent dans ce cas.* »

» Pour éviter à l'avenir tout malentendu sur ce point, nous sommes convenus d'adopter le mot *radiophone*, que M. Mercadier a proposé, comme terme général appliqué à tout appareil servant à la production du son par une forme quelconque de la force de rayonnement, et de restreindre les mots *thermophone*, *photophone* et *actinophone* aux appareils pour la production du son par les rayons thermiques, lumineux et actiniques.

» Dans ses recherches sur la radiophonie, M. Mercadier a fait passer à travers un prisme un rayon intermittent fourni par une lampe électrique et a ensuite étudié les sons produits par les différentes parties du spectre (*Comptes rendus*, 6 décembre 1880).

» Nous avons répété cette expérience en prenant le Soleil comme source lumineuse, et nous sommes arrivés à des résultats un peu différents de ceux qu'indique M. Mercadier.

» 1. Nous avons fait passer à travers une lentille achromatique un rayon solaire réfléchi par un héliostat, de manière à former une image du Soleil sur la fente.

» Le rayon a ensuite traversé une seconde lentille achromatique, puis un prisme de bisulfure de carbone, donnant un spectre intense qui, concentré sur un écran, s'est trouvé assez pur pour laisser voir les principales raies d'absorption du spectre solaire.

» Nous avons alors imprimé au disque interrupteur une vitesse donnant de cinq à six cents intermittences lumineuses par seconde, et nous avons exploré le spectre avec le récipient, disposé de manière à limiter par une fente la partie du noir de fumée exposée à l'action de la lumière.

» Dans ces conditions, toutes les parties du spectre visible, sauf la moitié extrême du violet et l'ultra-rouge, nous ont donné des sons. Le passage graduel du récipient du violet à l'ultra-rouge a déterminé un accroisse-

ment continu de l'intensité du son, dont le maximum est situé fort loin dans l'ultra-rouge. Au delà de ce point le son diminue d'abord, puis cesse très brusquement.

» 2. Nous enlevons alors la toile métallique couverte de noir de fumée, et nous remplissons le récipient de laine rouge. L'exploration du spectre donne cette fois des résultats bien différents des premiers. Le maximum d'intensité du son se produit dans le vert, à l'endroit où la laine rouge semble noire. Des deux côtés de ce point le son s'éteint peu à peu; il s'annule d'un côté au milieu de l'indigo et de l'autre un peu en dehors de la limite du rouge.

» 3. La substitution de la soie verte à la laine rouge porte les limites de la perceptibilité du son d'une part au milieu du bleu, et de l'autre à un point situé au commencement de l'ultra-rouge. Le maximum d'intensité est dans le rouge.

» 4. Nous mettons dans le récipient des copeaux d'ébonite. Les limites de la perceptibilité semblent être d'une part à la jonction du vert et du bleu, et de l'autre au bord extérieur du rouge. Le maximum se trouve dans le jaune. M. Tainter croit entendre le son jusqu'à une faible distance dans l'ultra-rouge, et pour son oreille le maximum d'intensité se trouve vers la jonction du rouge et de l'orangé.

» 5. Nous substituons au récipient une éprouvette pleine de vapeur d'éther sulfurique, que nous portons lentement le long du spectre en partant du violet, et nous arrivons jusque dans l'ultra-rouge sans percevoir de son; puis, assez loin dans cette région, une note musicale distincte se fait brusquement entendre, pour disparaître d'une manière aussi brusque un peu plus loin.

» 6. L'exploration du spectre avec une éprouvette pleine de vapeur d'iode nous donne pour limites de perceptibilité, d'une part le milieu du rouge, et de l'autre la jonction du bleu et de l'indigo. Maximum dans le vert.

» 7. Nous remplaçons l'éprouvette de vapeur d'iode par une autre pleine de peroxyde d'azote. Toutes les parties du spectre visible nous fournissent des sons distincts; dans l'ultra-rouge, le silence est complet.

» Le maximum d'intensité me semble être dans le bleu. Toutes les parties du violet donnent des sons bien marqués, et il me semble même que la perceptibilité existe encore un peu dans l'ultra-violet, mais je n'ose l'affirmer d'une manière positive. L'examen du spectre d'absorption du peroxyde d'azote nous permet de constater que le maximum d'intensité se trouve

dans la partie du spectre qui présente le plus grand nombre de raies d'absorption.

» 8. Nous explorons le spectre avec un élément de sélénium, et nous observons les sons au moyen d'un téléphone qui fait partie du même circuit voltaïque que le sélénium. Le maximum d'intensité se produit dans le rouge. Les effets perceptibles s'étendent jusqu'à une faible distance dans l'ultra-rouge d'une part, et de l'autre jusqu'au milieu du violet.

» Bien que ces expériences ne puissent être considérées que comme le prélude d'autres plus délicates, elles nous donnent, ce me semble, le droit de dire que *la nature des rayons qui déterminent des sons par leur action sur les différents corps dépend de la nature de ces corps* et que *les sons sont toujours dus aux rayons du spectre que chaque corps absorbe.*

» Nos expériences sur les limites de perceptibilité des sons que donnent les différents corps soumis à l'action du spectre nous ont conduits à construire un nouvel instrument d'analyse spectrale qui a été présenté il y a quelques jours à la Société de Physique de Washington ([1]). On enlève l'oculaire d'un spectroscope, et l'on met des substances sensibles au foyer de l'instrument, derrière un diaphragme opaque dans lequel est pratiquée une fente. Ces substances sont mises en communication avec l'oreille au moyen d'un tube acoustique, de sorte que l'instrument se trouve transformé en un véritable spectrophone.

» Couvrons de noir de fumée l'intérieur de notre récipient spectrophonique, et remplissons-en la cavité de peroxyde d'azote. Nous avons là une combinaison qui nous donne des sons très satisfaisants dans toutes les parties du spectre, visibles et invisibles, sauf l'ultra-violet. Faisons alors passer un rayon de lumière à intermittences rapides à travers une substance dont nous voulons étudier le spectre d'absorption, et l'exploration de ce spectre nous fera observer des bandes de son et d'autres bandes de silence, ces dernières correspondant aux bandes d'absorption. Sans doute, l'oreille ne peut un seul instant lutter avec l'œil pour l'examen de la partie visible du spectre; mais, dans la partie invisible au delà du rouge, où l'œil est inutile, l'oreille devient un auxiliaire précieux. Pour l'étude de cette région du spectre on peut ne mettre dans le récipient spectrophonique que du noir de fumée. Les sons que donne cette substance dans l'ultra-rouge sont même si distincts que notre instrument peut ici remplacer sans inconvénient la pile thermo-électrique. Voici quelques-unes des expériences qu'il nous a permis de faire.

([1]) *Proc. of Phil. Soc. of Washington,* 16 avril 1881.

» 1. Le rayon intermittent traverse une dissolution saturée d'alun. Les limites de la perceptibilité dans l'ultra-rouge sont un peu réduites par l'absorption d'une bande étroite des rayons les moins réfrangibles. Les sons de la partie visible du spectre ne paraissent pas modifiés.

» 2. Nous interposons sur le trajet du rayon une feuille d'ébonite mince. Cela nous donne des sons bien marqués dans toutes les parties de l'ultra-rouge, tandis qu'il n'y a plus de sons dans la partie visible du spectre, sauf la moitié extrême du rouge.

» Cela explique le fait cité dans mon Mémoire de l'Association américaine, de la persistance des sons donnés par le sélénium après que le rayon lumineux a traversé à la fois une feuille d'ébonite et une dissolution d'alun.

» 3. Nous essayons une dissolution d'ammoniosulfate de cuivre. Lorsqu'elle est placée sur le trajet du rayon, le spectre disparaît, sauf l'extrémité bleue et violette, de sorte qu'à l'œil il semble réduit à une large bande de lumière bleu violet. Mais, à l'oreille, il se manifeste sous la forme de deux bandes sonores séparées par une large région de silence. Les rayons invisibles transmis forment une bande étroite juste en dehors du rouge.

» J'en ai dit assez, je crois, pour convaincre mes auditeurs de la valeur de cette nouvelle méthode d'examen; mais nous sommes loin de considérer les résultats auxquels nous sommes arrivés comme complets. Sans doute le spectrophone sera toujours un simple auxiliaire du spectroscope, mais il pourra rendre bien des services pour l'étude des spectres d'absorption dans l'ultra-rouge. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie : thermophone reproduisant la voix.* Note de M. E. MERCADIER.

« Dans les quatre premières Notes sur la radiophonie que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, et qui ont été insérées aux *Comptes rendus* (t. XCI, p. 929 et 982, 6 et 13 décembre 1880, et t. XCII, p. 409 et 450, 21 et 28 février 1881), j'ai montré successivement : 1° que les effets sonores obtenus par M. G. Bell, en exposant à l'action d'une radiation intermittente un corps diathermane renfermant une masse gazeuse étaient dus aux vibrations du gaz et non de son enveloppe; 2° que l'intensité de ces effets était considérablement augmentée quand le gaz était au contact d'une paroi recouverte d'une substance absorbant énergiquement la chaleur rayonnante, telle que le noir de fumée; 3° qu'ils étaient dus principalement à l'action des rayons qui, dans une radiation complexe, possèdent au plus

haut degré les propriétés *thermiques*, c'est-à-dire les rayons rouges et infra-rouges; 4° que le mécanisme de cette transformation d'énergie thermique en énergie sonore était le même que celui qui produit les vibrations des gaz dans les tuyaux sonores; que, par suite, un récepteur radiophonique formé d'un tube de verre renfermant un gaz au contact d'une lame mince de mica enfumé, par exemple, et exposé à l'action de radiations périodiquement intermittentes, constituait un véritable tuyau *thermosonore*, ou, si l'on veut, un *thermophone*.

» J'avais obtenu à l'aide de cet appareil très simple, et avec une intensité très grande quand on emploie des sources radiantes énergiques, la reproduction d'une échelle *continue* de sons musicaux depuis les plus graves jusqu'à des sons correspondant à plus de 2000 vibrations complètes par seconde, puis, d'une manière continue également, la succession d'accords parfaits dont le son fondamental parcourait cette longue échelle.

» Il était naturel de penser qu'il serait possible d'aller plus loin, en reproduisant des sons accompagnés de leurs harmoniques constituant une mélodie sans paroles, et peut-être même les effets des ondes complexes qui constituent la parole articulée.

» Après avoir été détourné de cette recherche par l'étude des effets particuliers des radiations sur le sélénium, j'y suis revenu il y a quelques jours à peine, et je suis parvenu à obtenir le résultat indiqué.

» A cet effet, il m'a suffi de produire, à l'aide d'un héliostat, un faisceau de rayons solaires de direction constante, et de le recevoir, ainsi qu'on le fait dans le photophone à sélénium de M. Bell, sur une plaque de verre mince argentée, enchâssée dans une monture en forme de cornet acoustique, dans laquelle on peut parler. Mais, pour protéger l'argenture de la plaque, pour l'empêcher d'éclater, pour régulariser les mouvements produits par la voix, j'ai constitué une sorte de réservoir d'air entre la plaque et une lame élastique mince, en mica par exemple ou en caoutchouc, sur laquelle on parle directement.

» Le faisceau réfléchi est recueilli, autant que possible, par une lentille ou un miroir concave, et concentré dans un très petit espace. On place en ce point l'extrémité de l'un des petits tubes en verre, à lame de mica enfumé, dont il vient d'être question, et qui communique avec l'oreille par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc et d'un cornet acoustique; on le fixe, ainsi placé, à un support quelconque.

» Si alors on parle en articulant nettement derrière le miroir mince *transmetteur*, on entend distinctement la parole dans le tube *récepteur*.

» En plaçant la personne qui parle à environ 20^m de distance, et en faisant traverser au rayon solaire les deux portes vitrées d'une chambre précédant celle où l'on écoute, de façon à ne pas entendre directement la voix, j'ai pu faire continuellement avec succès cette expérience tous ces jours derniers, en employant une lentille de concentration de $0^m,16$ de diamètre.

» L'expérience est d'ailleurs délicate; mais le résultat en est certain. A l'aide de quelques modifications étudiées en ce moment, et en employant des moyens de concentration plus puissants, je crois pouvoir assurer qu'il me sera possible de la réaliser prochainement (d'après quelques essais déjà faits) avec la lumière électrique, et peut-être même avec des sources radiantes moins intenses.

» Quoi qu'il en soit, un véritable *thermophone* articulant très simple se trouve ainsi dès à présent constitué, et je dois ajouter que le timbre de la voix y est reproduit avec une grande perfection et sans altération sensible, résultat certainement dû à ce que le corps mis en vibration est une masse gazeuse. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie : thermophone reproduisant la voix.* Note [1] de M. E. MERCADIER.

« Dans une première Note sur ce sujet, présentée à l'Académie le 9 mai, j'annonçais que je croyais arriver, en modifiant mes appareils, à reproduire la parole à l'aide de sources moins intenses que la radiation solaire.

» J'y suis parvenu le 10 mai, à l'aide des moyens suivants :

» 1° Il est inutile de parler directement sur la lame mince du transmetteur; il suffit de le mettre en communication avec un tube acoustique en caoutchouc, qui peut avoir jusqu'à 10^m de longueur, et à l'extrémité duquel on parle : le transmetteur vibre alors suffisamment. La personne qui parle peut donc se renfermer dans une chambre, à une distance telle du transmetteur qu'on ne puisse entendre directement sa voix.

» 2° On place la source radiante à $0^m,1$ ou $0^m,2$ du transmetteur, de façon à recueillir toute la radiation. On peut alors, à cause de l'éloignement de la personne qui parle, rapprocher la lentille, qui concentre le faisceau réfléchi à $1^m,50$ du transmetteur. On fait traverser au faisceau réfléchi ou

(1) Cette Note est la reproduction de deux autres déposées les 10 et 12 mai au Secrétariat de l'Académie.

réfracté une glace sans tain, qui ferme la porte de la chambre où l'on place le tube récepteur à mica enfumé qui constitue le thermophone au foyer d'une seconde lentille de courte distance focale. On écoute en mettant contre l'oreille un cornet acoustique relié au thermophone par un tube en caoutchouc.

» *On reproduit ainsi avec la plus grande netteté le chant, et nettement aussi, mais avec l'articulation assez vague, la parole.*

» *Actuellement j'ai pu obtenir ce résultat facilement avec la lumière électrique, moins facilement avec la lumière oxyhydrique;* mais j'ai tout lieu de croire que je l'obtiendrai sous peu avec des sources encore moins intenses, ce qui me paraît indispensable pour pouvoir faire une étude suivie du phénomène.

» En me servant des radiations solaires telles qu'on a pu les avoir à Paris du 2 au 12 mai, j'ai constaté que plus elles étaient chaudes au foyer de la lentille de concentration, plus le thermophone résonnait. Le 9 mai notamment, de 9^h à 10^h du matin, l'expérience donna un résultat extrêmement intense : j'entendis la parole nettement sans avoir besoin d'appliquer fortement contre l'oreille le cornet acoustique du thermophone.

» En interposant une dissolution concentrée d'alun de $0^m,02$ d'épaisseur sur le trajet du faisceau vibrant, les effets ne sont pas tout à fait annulés, mais leur intensité est réduite dans un rapport considérable.

» En interposant une lame d'ébonite de $0^{mm},25$ d'épaisseur, que je dois à l'obligeance de M. W. Preece, une belle radiation rouge orangé passe à travers la plaque; les effets sonores sont affaiblis, mais ils restent très nets. Je les ai entendus encore à travers une lame d'ébonite de $0^m,001$ d'épaisseur avec la lumière électrique, et alors il ne passe plus de lumière sensible.

» En interposant sur le trajet de la lumière électrique des lames de clinquant de zinc, cuivre, aluminium, etc., de $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, qui m'avaient servi à former mes premiers récepteurs radiophoniques en décembre 1880, et en les tenant simplement à la main devant le thermophone, les effets sont très affaiblis, mais ils persistent néanmoins. Ce fait est très important pour l'explication des effets produits par les radiations intermittentes sur les corps solides opaques, explication actuellement controversée : je me propose de l'étudier avec le plus grand soin. »

PHYSIQUE. — *Modification de l'interrupteur de Neef pour la bobine de Ruhmkorff.* Note de M. E. **Ducretet**.

« Dans la modification que j'ai réalisée, le ressort vibrant est rendu fixe; pour cela, cette lame vibrante est allongée et ses deux extrémités sont fixées par deux équerres ou colonnes; au milieu de la longueur de cette lame se trouve la petite masse de fer doux qui sera attirée par le faisceau de fils de fer de la bobine. La vis qui fixe la petite masse de fer doux est platinée, et en regard se trouve la tige filetée qui sert à produire les interruptions du courant dans le circuit inducteur de la bobine. Un ressort antagoniste à réglage variable donne la tension convenable.

» L'interrupteur de Neef ainsi disposé donne des vibrations très rapides et, par conséquent, un nombre considérable d'interruptions du courant dans un temps très court. L'étincelle est modifiée, elle devient continue, plus puissante et plus chaude. Cette disposition nouvelle peut s'appliquer à toutes les bobines de Ruhmkorff ayant un interrupteur de Neef.

» L'interrupteur rapide de la sirène Froment peut aussi être employé; son ressort antagoniste est également à réglage variable. Toutefois, l'interrupteur de Neef modifié est préférable.

» La bobine que j'ai l'honneur de présenter a été disposée spécialement pour la démonstration, sur les conseils de M. d'Almeida. Le condensateur de M. Fizeau est mobile, ce qui permet de mettre son action en évidence. Le faisceau de fils de fer et le fil inducteur sont également mobiles. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire de la codéine artificielle.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

« La détermination du pouvoir rotatoire de la codéine, préparée par la morphine sodée et l'iodure de méthyle, a été faite comparativement avec celle du pouvoir rotatoire de la codéine extraite de l'opium.

» Une solution alcoolique de codéine artificielle à $\frac{1}{77}$ a accusé, sous une longueur de $0^m,22$, une déviation à gauche de $3°,700$, ce qui conduit au pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = -130°,34$. Dans les mêmes conditions, la codéine naturelle dévie à gauche de $3°,783$, ce qui donne

$$(\alpha)_D = -133°,18.$$

» La faible quantité de matière sur laquelle on a opéré n'a pas permis

d'atteindre un degré de précision plus grand; néanmoins, ces chiffres sont suffisants pour constater une fois de plus l'identité des deux codéines, déjà démontrée par l'examen de la forme cristalline et des propriétés chimiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la proportion d'acide carbonique contenu dans l'air.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Aubin**, présentée par M. Hervé Mangon.

« En appliquant la méthode que nous avons précédemment décrite [1] au dosage de l'acide carbonique de l'air, nous avons obtenu une série de résultats que nous résumons dans cette Note.

» Nous avons, pour nos études, établi deux stations, l'une à Paris, au Conservatoire des Arts et Métiers, à 6^m au-dessus du sol et dans un endroit placé à l'abri de l'influence directe des cheminées voisines; l'autre à proximité de la ferme de l'Institut agronomique, dans la plaine découverte qui s'étend vers le plateau de Gravelle.

» Dans cette dernière station, éloignée de tout foyer intense de production d'acide carbonique, la prise d'air se fait à 4^m au-dessus du sol; on est donc là dans les conditions de l'atmosphère normale des campagnes cultivées.

» L'atmosphère d'une grande ville, comme Paris, est évidemment exceptionnelle; elle est viciée incessamment par la respiration des êtres vivants et par la combustion des produits de l'industrie humaine. On doit donc s'attendre à y trouver une proportion d'acide carbonique supérieure à celle qui existe normalement dans l'air.

» A la station de Paris, nous avons fait un grand nombre de dosages depuis le commencement du mois de décembre dernier jusqu'à ce jour.

» Les différences observées dans la proportion d'acide carbonique sont notables; elles ont varié depuis $2^{vol},88$ (minimum) jusqu'à $4^{vol},22$ (maximum) pour 10000^{vol} d'air. En discutant les résultats, nous trouvons que les maxima correspondent toujours avec un temps couvert et calme, où l'air n'est pas soumis à un brassage énergique, et où l'influence locale prédomine. Les minima, au contraire, coïncident avec un air pur et agité; dans ce dernier cas, on retrouve sensiblement les mêmes chiffres que dans l'air de la campagne.

» Les quantités d'acide carbonique dosées pendant les temps couverts

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 247.

sont comprises entre 3,22 et 4,22 pour 10000, tandis que pendant les temps clairs elles sont comprises entre 2,89 et 3,1. Ces chiffres ne s'éloignent pas sensiblement de ceux que M. Boussingault avait trouvés. Les plus fortes quantités s'observent lorsque la neige tombe abondamment ou pendant les brouillards épais, les mouvements de l'air étant entravés dans ces circonstances.

» Quant aux résultats obtenus jusqu'à ce jour à la station des champs, ils confirment ceux que M. Reiset a trouvés dans ses importants travaux sur cette question. Les quantités, pendant le jour, sont comprises entre $2^{vol},70$ et $2^{vol},99$ pour 10000^{vol} d'air, et la moyenne est de 2,85. Pendant la nuit, il y a une augmentation et la moyenne se rapproche de 3,00.

» La disposition de nos appareils permettant d'opérer la prise d'air en un temps très court, on peut suivre les variations qui se produisent dans un même jour; on observe ainsi que, lorsque le temps s'assombrit, l'acide carbonique augmente graduellement. Exemple :

Acide carbonique dans 10 000 *parties d'air.*

1er avril, 9h du matin, ciel clair, air agité	2,73
» 1h30m, ciel couvert	2,90
» 4h du soir, ciel très couvert, commencement de pluie	2,99

» Les proportions d'acide carbonique contenues dans l'air normal ne varient donc qu'entre des limites peu éloignées, et nous avons obtenu, dans les environs de Paris et quelle que fût la direction du vent, des chiffres très voisins de ceux que M. Reiset a trouvés sur le bord de la mer, près de Dieppe. Notre écart maximum a été de trois cent-millièmes, comme celui de M. Reiset.

» Les variations, beaucoup plus considérables, signalées récemment par d'autres observateurs, ne concordent donc nullement avec nos expériences. Cette constance de la proportion d'acide carbonique contenu dans l'air, pris à peu de distance du sol, fait penser que ce gaz se diffuse avec une grande rapidité et qu'il doit être répandu uniformément dans l'atmosphère.

» Nous avons préparé le matériel nécessaire pour résoudre ce problème, dans le courant de cet été, par le dosage de l'acide carbonique dans l'air des hautes régions de l'atmosphère. »

THERMOCHIMIE. — *Etude préliminaire de réactions, sans l'intervention d'un dissolvant.* Note de M. LORIN.

» 1. Dans une Note précédente (19 mai 1879), j'ai indiqué les résultats d'une étude de l'action des acides sur les sels, sans l'intervention d'un dissolvant. Ces résultats ont été généralisés par des expériences nouvelles et complémentaires, et rien n'est à modifier sur le temps des réactions, sur l'effet thermique spontané ou lent, très lent même, et tellement qu'il n'est plus perceptible que par les corps obtenus, indice d'une combinaison certaine. Quel que soit l'acide, absolu ou non, que les sels soient hydratés, le dégagement de chaleur, très notable dans un grand nombre de cas, signale en général leur réaction et aussi l'existence de bisels ou de sels diacides.

» 2. De l'ensemble d'expériences nombreuses et variées se dégage ce fait que l'acide formique déplace, plus ou moins, tous les acides. Sa puissance à la combinaison est intermédiaire entre celle des acides organiques et celle des acides inorganiques les plus actifs. Il a fallu noter que, dans les cas où l'action physique domine, l'acide formique a quelquefois donné l'abaissement maximum de température : avec le phosphate de soude ordinaire, pendant qu'avec les acides nitriques $d = -15$, $d = -30$, et avec les acides acétiques $d = -29$, $d = -26$, pour les acides formiques $d = -40$, $d = -36$.

» 3. La persistance d'action de l'acide sulfurique est remarquable avec le sulfate de soude ordinaire. Si l'acide est absolu, $d = -6$. Le maximum d'abaissement de température, $d = -28$, s'obtient avec l'acide à 4HO; l'abaissement atteint encore $d = -7$ avec l'acide à 50HO, pendant que la même quantité d'eau contenue dans cet acide abaisse seulement de quelques degrés la température. L'acide nitrique à 4HO donne, avec le sulfate de soude, la différence la plus grande, $d = -35$.

» 4. On a obtenu le même abaissement, $d = -35$, avec le formiate d'ammoniaque cristallisé et le sulfate de soude. Également en proportions équivalentes, ce même sel et d'autres hydratés ont donné des abaissements qui s'approchent de ce nombre.

» 5. L'expérience confirme que l'action des acides sur les bases libres est variable avec la nature des bases, et pour une même base avec son degré de dilution. Il est utile de mettre en évidence les différences dues à cette dernière cause : le même poids de potasse dissous dans 5 ou dans 20

d'eau a donné pour les acides formiques $d = 80$, $d = 67$, $d = 26$, $d = 24$; pour les acides acétiques $d = 71$, $d = 61$, $d = 24,5$, $d = 23,5$, etc. Ainsi, quand on fait agir les acides absolus, même les plus actifs, sur l'une des bases les plus puissantes, en dissolution un peu étendue, les effets thermiques sont atténués au point que les dégagements de chaleur deviennent difficilement appréciables. Cette remarque s'étend aux sels et justifie, dans ce genre d'expériences, l'emploi de corps non dissous.

» 6. L'action des acides sur les sels suit, en général, celle de ces mêmes acides sur les bases de ces sels. Si l'activité d'un acide à la combinaison avec une base est notable, le dégagement de chaleur de cet acide avec un sel de cette base est notable. *A priori*, la nature de la base est prépondérante. La proportion de la base donne lieu à la même remarque pour les sels mono, bi et tribasiques d'un même acide, et également pour les sels acides et les sels neutres d'une même base.

» 7. Agissant sur les sels d'une même base, un même acide offre un intérêt spécial pour les sels des acides homologues, comme ceux des acides gras. En général, pour un même sel, l'acide dégage d'autant moins de chaleur qu'il s'élève dans la série ; la chaleur dégagée par l'acide formique est plus grande que celle que dégage l'acide acétique, etc. Pour les sels des acides gras d'une même base, un même acide donne d'autant plus de chaleur que l'acide du sel est plus élevé dans la série : l'acide formique donne plus de chaleur avec l'acétate qu'avec le formiate, avec le propionate qu'avec l'acétate, etc., de la même base. Enfin, l'action d'un même acide, sur tous les sels d'un même acide, est variable d'une base à l'autre : très marquée lorsque la base est puissante, elle diminue et finit par devenir presque nulle. Les réactions thermiques assignent au thallium sa place parmi les métaux alcalins.

» 8. La corrélation d'action des acides sur une base et sur les sels de cette base se trouve en défaut, notamment avec l'oxyde de zinc. Les résultats de l'oxyde de cadmium avec les acides propioniques et avec l'eau différencient les sels de zinc et de cadmium [1]. L'eau intervient pour activer singulièrement la puissance à la combinaison des oxydes de zinc, de cadmium et de magnésium avec les acides oxaliques. La baryte offre un autre exemple que la progression d'action des acides gras ne se vérifie pas : les acides butyrique et valérianique ont une activité

---

(1) L'acétate de cadmium cristallise facilement.

spéciale, presque égale à celle de l'acide formique, pour se combiner avec la baryte.

» 9. Les expériences faites avec les acides formique et lactique, à 4HO, ont montré une similitude d'action remarquable. L'expérience suivante, avec le bichromate de potasse, les différencie : l'effet de l'acide sulfurique étant presque nul, l'acide formique donne $d = 12$, et l'acide lactique $d = 90$.

» 10. Le parallélisme d'activité d'un acide sur une base ou sur un sel de cette base ne saurait être absolu ; il faut, dans la plupart des cas, lui apporter une restriction. Si l'acide du sel est partiellement rendu libre, il subit l'action de l'acide réagissant, et puisque cette action est souvent puissante, elle augmente d'autant l'action apparente de l'acide sur la base. Cette cause, qui s'ajoute à tant d'autres dans des phénomènes si complexes, entraîne une correction notable dans l'évaluation des effets thermiques. Les expériences réciproques des acides nitriques sur les formiates et des acides formiques sur les nitrates en offrent un exemple. Les acides nitriques brûlent l'acide formique, $d = 80$, réaction violente ; la réaction est faible avec les autres acides gras, $d = 13$ avec l'acide acétique : cette action des acides nitriques est spéciale aux formiates, à l'exclusion des autres sels des acides organiques. De même, l'acide formique attaque les nitrates ; après dissolution, la réaction progresse et devient violente : avec 5,1 de nitrate de potasse et 9,2 d'acide, $d = 103$; l'acide formique est en partie brûlé par l'acide nitrique déplacé. Je reviendrai sur ces phénomènes des acides formique et lactique et des sels à acides oxygénants.

» 11. Les acides agissent sur les acides gras d'autant moins que l'acide gras est plus élevé dans la série. Il est exact que les acides formique et sulfurique donnent une très notable production de chaleur ; mais les autres acides gras en produisent également, et la différence est faible de l'acide formique à l'acide acétique, etc.

» 12. Les amides, et en particulier la formamide, se combinent avec les acides : $d = 20$, $d = 11$, pour la formamide et les acides formique et acétique. L'acide nitrique brûle ce corps : l'action est instantanée et tellement violente qu'elle peut être dangereuse par les projections.

» 13. Conséquences de recherches sur les acides oxaliques et les alcools polyatomiques, les expériences qui font l'objet de cette Note ont été entreprises pour fixer, parmi les acides, la place de l'acide formique ; elles font connaître, par un mode simple d'expérimentation, un ensemble de résultats qui peuvent servir à caractériser les acides, les bases, les

sels, etc. ([1]). L'activité de l'acide formique, que j'ai signalée le premier et que j'ai appliquée pour préparer les acides formiques et indiquer des caractéristiques des alcools polyatomiques, cette activité se révèle toute spéciale : j'en donnerai d'autres exemples remarquables, notamment avec le térébenthène, et des applications nouvelles. Ces études préliminaires présentent tant d'intérêt, que j'espère y revenir, pour leur donner tout leur développement. Cette Note renferme le principe d'une méthode d'analyse physique entrevue dès l'origine de ces expériences ([2]). »

CHIMIE. — *Sur les silicomolybdates*. Note de M. F. PARMENTIER, présentée par M. Debray.

« On sait que les molybdates alcalins ([3]), en solution acide, donnent avec les acides phosphorique et arsénique des précipités jaunes, qui servent à reconnaître et même à doser les acides phosphorique et arsénique contenus dans diverses matières.

» L'acide silicique donne également, dans certaines circonstances, avec les molybdates acides, des précipités jaunes, qui diffèrent toutefois, par l'ensemble de leurs propriétés, des phosphomolybdates et arséniomolybdates jaunes étudiés autrefois par M. Debray.

» Ces silicomolybdates ont, en général, une solubilité plus grande dans les acides, mais elle n'est pas suffisante cependant pour que l'on puisse être sûr de ne pas précipiter de la silice en même temps que les acides phosphorique et arsénique par les molybdates alcalins, quand la matière essayée renferme des silicates solubles. Il y a donc un intérêt réel à étudier ces nouveaux composés, et c'est l'objet d'un travail étendu que j'espère soumettre prochainement au jugement de l'Académie.

» On obtient le silicomolybdate jaune d'ammoniaque en mélangeant du molybdate d'ammoniaque et un silicate alcalin, tous deux dissous dans l'acide nitrique.

([1]) Les résultats seront indiqués dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

([2]) Les expériences avec les acides gras ne se font pas sans danger. On a été spécialement affecté par les acides butyrique et valérianique. Avec ce dernier, d'une odeur si persistante, constriction temporale et vomissements qui ont duré plusieurs heures (août 1878).

([3]) Excepté celui de soude.

» Le liquide se colore en jaune, et il se produit une couche cristalline formée de petits cristaux octaédriques. Le silicomolybdate d'ammoniaque peut d'ailleurs être purifié par simple dissolution dans l'eau pure. Il est précipité de sa dissolution dans l'eau, par l'addition d'un sel ammoniacal.

» Les sels de potasse et de soude peuvent s'obtenir de la même façon. Le sel correspondant de thallium, très peu soluble à froid et à chaud, s'obtient très facilement par double décomposition, au moyen des sels précédents et d'un sel de thallium. Il constitue une poudre cristalline jaune, très dense, qu'il n'a pas été possible d'obtenir en cristaux déterminables, comme ceux de potasse et d'ammoniaque.

» Les analyses de ces sels conduisent à la formule

$$2\,\mathrm{Ro}, \mathrm{SiO}^2, 13\,\mathrm{MoO}^3 + n\mathrm{Aq}.$$

» Le rapport de la base aux acides est de 1 à 7, rapport fréquent dans les combinaisons de l'acide molybdique.

» La petite quantité de silice que renferment ces sels, jointe à la difficulté des analyses, ne permet pas encore de donner cette formule comme définitive. Cependant, le rapport indiqué est en concordance avec les analyses de ces divers sels, et rend compte de la production des produits de transformation fort nombreux qu'ils m'ont déjà donnés.

» Parmi ces produits de transformation, je signalerai l'existence de plusieurs silicomolybdates blancs, parfaitement cristallisés, moins riches en silice que les précédents, et que leur insolubilité relative permet facilement de séparer des premiers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque sur le chlorure d'isobutylène.* Note de M. S. Oeconomidès, présentée par M. A. Wurtz.

« Dans une Note précédente [1], nous avons montré qu'en chauffant à 180° le chlorure d'isobutylidène avec une solution aqueuse d'ammoniaque, nous avons obtenu un certain nombre des bases et, comme produit principal, l'isobutylidène chloré en quantité assez grande pour pouvoir étudier ses propriétés.

» Comme, dans nos premières expériences, la quantité de bases obtenue

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCII, p. 885.

était très petite, nous avons répété ces expériences avec une quantité de substance plus grande.

» 210^{gr} de chlorure d'isobutylidène, provenant du traitement de 200^{gr} d'aldéhyde isobutylique pure par le perchlorure de phosphore, mêlés avec quatre fois et demie leur volume d'une solution alcoolique d'ammoniaque saturée à 12°, ont été introduits dans un autoclave et chauffés pendant cinq jours à 200°-220°, et même pendant quelque temps à 240°.

» Après la séparation du sel ammoniac (dont le poids était d'environ 80^{gr}), on a soumis le liquide à la distillation. L'ammoniaque, qui se dégage abondamment, entraîne avec elle l'isobutylidène chloré. Pour éviter la perte de ce dernier corps, on a mis l'appareil en communication avec une série de petits flacons dont les derniers contenaient de l'eau. L'ammoniaque y était absorbée, en abandonnant l'isobutylidène chloré qui surnageait l'eau. Dans cette expérience, nous avons obtenu 50^{gr} d'isobutylidène chloré pur.

» Nous croyons que l'ammoniaque alcoolique doit remplacer, dans des opérations de ce genre, la solution alcoolique de potasse. Nous avons essayé de préparer l'isobutylidène chloré, en traitant le chlorure d'isobutylidène avec une solution alcoolique de potasse. Quoique le traitement ait été prolongé pendant longtemps, le rendement était très faible, et le produit obtenu tellement chargé de corps éthérés, qu'il nous fut impossible d'obtenir le corps pur. M. Kékulé [1] a rencontré les mêmes difficultés en traitant le chlorure de crotonylène $C^4H^6Cl^2$ avec une solution alcoolique de potasse. Même en opérant sur 500^{gr} d'aldéhyde crotonique, il n'a pas réussi à obtenir le corps chloré en état de pureté. Nous avons déjà essayé la solution ammoniacale avec le méthylchloracétol, et nous avons obtenu des résultats très satisfaisants. En chauffant 40^{gr} de méthylchloracétol avec une solution alcoolique d'ammoniaque, dans des tubes scellés, à 200° pendant deux jours, nous avons obtenu à peu près 20^{gr} de propylène chloré, bouillant entre 24°-26°. Le dosage de chlore nous a donné

Pour 100.	Théorie.
46,24.	46,40.

» Nous allons essayer aussi avec d'autres corps, et spécialement avec le chlorure de crotonylène.

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXII, p. 99.

» Notre but principal, dans ces expériences, était l'étude des bases formées par l'action de l'ammoniaque sur le chlorure d'isobutylidène. Outre l'isobutylidène chloré, on a obtenu comme résidu les chlorhydrates de plusieurs bases mélangés. Ce mélange est décomposé par la potasse et extrait par l'éther. Après avoir distillé l'éther, on a séché sur la potasse et la chaux, et l'on a distillé dans le vide; on a eu trois fractions (54°-60°, 80°-110°, 145°-165° sous une pression de 120^{mm}), contenant des corps basiques dont nous poursuivons l'étude en ce moment. Nous espérons bientôt communiquer les résultats de ces recherches. Pour le moment nous nous bornons à indiquer les résultats suivants :

» *Action de l'acide hypochloreux sur l'isobutylidène chloré.* — On mêle peu à peu la solution de l'acide hypochloreux avec l'isobutylidène chloré et on agite. La combinaison s'effectue rapidement. On refroidit en maintenant le flacon dans de l'eau froide. On ajoute de l'acide hypochloreux jusqu'à ce que l'addition d'une nouvelle quantité dans la masse liquide ne détermine plus d'échauffement sensible et jusqu'à ce que l'isobutylidène chloré, qui d'abord surnage, tombe au fond du liquide, en formant une couche huileuse, incolore, très lourde. On sépare la couche huileuse. Une partie du produit reste néanmoins dissoute. On agite pour l'extraire la masse liquide avec un volume d'éther assez grand pour être sûr d'enlever la totalité du produit. On épuise plusieurs fois par l'éther. On précipite le mercure dissous en faisant passer à travers la masse un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à ce que le précipité, d'abord jaune, soit devenu noir.

» On filtre, on sèche sur le chlorure de calcium et on distille l'éther; le produit brut, soumis à une première distillation, passe presque entièrement entre 140° et 170°. Après quelques rectifications, on obtient un produit bouillant d'une manière constante vers 145°. La réaction est très nette et le rendement fort avantageux.

» Le produit ainsi obtenu a la formule suivante

$$(C^4H^7)Cl(OH)Cl;$$

il constitue un liquide incolore, parfaitement limpide, assez mobile, d'une odeur éthérée.

» Sa densité à 0° est égale à 1,0335. Elle bout sans décomposition à 143°,5 (la colonne de mercure plongée dans la vapeur), sous une pression atmosphérique de 764^{mm}.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Calculé $(C^4H^7)Cl(OH)Cl$ (pour 100).	Trouvé. I.	II.	III.
C^4	33,56	33,42	33,31	»
H^8	5,59	5,79	5,46	»
Cl^2	49,65	»	»	49,50

» La densité de vapeur prise dans l'appareil de Meyer a été trouvée

I.	II.	Théorie.
143,9	142,5	143

» Nous nous proposons d'étudier la constitution, les propriétés et le mode d'action de ce corps sur les alcalis, l'acide azotique, l'éthylate de sodium, le chlorure d'acétyle, l'amalgame de sodium, etc. Nous étudierons aussi l'action de l'acide hypochloreux sur les corps de constitution analogue dans les séries propyliques et amyliques (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points relatifs à l'organisation et au développement des Ascidies.* Note de M. Ed. van Beneden.

« Pendant mon séjour à la station zoologique de Naples, en avril 1881, je me suis occupé de recherches sur l'organisation et le développement des Ascidies.

» Pour savoir s'il existe chez les Ascidies une cavité du corps proprement dite (entérocèle), j'ai recherché le mode de formation du mésoderme chez la larve et le développement du péricarde d'une part, des organes sexuels de l'autre, dans la larve et dans le bourgeon. Les espèces les plus favorables à l'étude de ces questions sont : *Phallusia mentula, Ph. mamillata, Ciona intestinalis, Perophora Listeri* et *Clavellina Rissoana.*

» 1. Le mésoderme de la larve se compose de deux plaques latérales, l'une droite, l'autre gauche. Ces plaques se forment exclusivement dans la partie postérieure de l'embryon aux dépens de l'endoderme primitif. Chaque plaque mésodermique comprend deux parties. La partie postérieure, contenant une seule rangée de cellules, donne naissance aux cellules musculaires de la queue. La partie antérieure est composée, chez les *Perophora* et *Clavellina*, de deux rangées de cellules délimitant une fente qui s'ouvre

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. A. Wurtz.

dans le tube digestif; la voûte de ce dernier est formée par les cellules de la corde dorsale. Cette partie du mésoderme apparaît donc comme un diverticule latéral du tube digestif primitif. D'après le développement de leur mésoderme, les Ascidies sont de vrais Entérocéliens.

» 2. Plus tard, les cellules qui constituent la partie antérieure des plaques mésodermiques perdent leur caractère épithélial. Elles s'arrondissent, se séparent, se disséminent entre l'épiblaste d'une part, le système nerveux central et l'hypoblaste de la cavité digestive de l'autre; elles ont alors les caractères des globules du sang de l'adulte. Les cellules endodermiques qui forment le plancher du canal neurentérique subissent la même transformation. Ces cellules, répandues dans une cavité formée par l'écartement de l'épiblaste et de l'hypoblaste (blastocèle de Huxley), donnent naissance: 1° aux éléments cellulaires du sang; 2° au tissu conjonctif; 3° aux muscles du tronc de l'Ascidie; 4° au péricarde; 5° aux organes sexuels.

» Dans l'évolution du bourgeon de la *Perophora*, les mêmes parties se développent aux dépens des globules de sang qui circulent entre la vésicule externe (épiblastique) et la vésicule interne (hypoblastique).

» 3. Chez la *Perophora* adulte, la paroi du cœur comprend une seule couche de cellules. Ces cellules, d'apparence épithéliale, ont la couche profonde de leur protoplasme transformée en fibrilles musculaires. Il n'y a pas d'endothélium endocardique, pas plus qu'il n'existe de paroi endothéliale aux vaisseaux. La paroi du cœur n'est que le feuillet viscéral du péricarde. Elle se continue aux extrémités du sac péricardique et suivant la ligne d'insertion du cœur avec la couche de cellules épithéliales qui constituent le feuillet pariétal du péricarde. Tout le péricarde se développe aux dépens d'un amas plein de cellules mésodermiques. Ces cellules se disposent régulièrement en deux couches entre lesquelles apparaît une fente qui devient bientôt une cavité (cavité péricardique). Le feuillet interne s'incurve de façon à circonscrire une lacune qui se remplit de cellules libres (globules sanguins) et devient la paroi du cœur.

» 4. Les organes sexuels et leurs canaux excréteurs se développent aux dépens d'un petit amas plein de cellules mésodermiques (globules sanguins), d'abord mal défini et plus tard bien circonscrit. Il apparaît dans cet amas une cavité excentriquement placée, qui s'étend rapidement et se transforme en une *vésicule sexuelle*. Cet organe est d'abord relié à la paroi du cloaque par un cordon mésodermique formé d'une seule rangée de cellules. Puis la vésicule sexuelle se divise en un lobe externe qui devient l'appareil femelle et un lobe interne qui devient l'appareil mâle. Les deux

lobes sont creux et s'ouvrent dans la cavité commune qui s'étend en un long boyau délimité par une couche de cellules plates. Ce boyau, plein d'un liquide homogène, court entre l'intestin d'un côté, l'estomac et l'œsophage de l'autre; il se termine en cul-de-sac à ses deux extrémités. L'extrémité antérieure s'approche progressivement du cloaque. En s'allongeant, le boyau se dédouble en deux canaux superposés et adjacents : l'externe devient l'oviducte, l'interne le canal déférent. L'extrémité postérieure renflée du canal déférent est le testicule. C'est d'abord un lobe unique; il se dédouble plus tard, puis se subdivise en lobes multiples. L'épithélium plat qui circonscrit la large cavité de l'oviducte devient, près de son extrémité postérieure, un épithélium germinatif caractérisé par des ovules primordiaux, qui font d'abord saillie dans la cavité de l'oviducte. En se développant, ils s'engagent dans le tissu conjonctif ambiant, entourés par une couche de cellules épithéliales plates, et forment des follicules appendus extérieurement à l'extrémité de l'oviducte. L'ensemble de ces follicules constitue l'ovaire. Quand l'œuf est mûr, il tombe dans l'oviducte.

» Tant que le cul-de-sac antérieur de l'oviducte n'a pas atteint le cloaque, le canal déférent débouche dans l'oviducte. Plus tard, il s'est mis en rapport avec l'épithélium du cloaque, se sépare complètement de l'oviducte, et les deux canaux, accolés l'un à l'autre, s'ouvrent dans le cloaque par des orifices distincts. Le développement des organes sexuels est le même chez les *Perophora Listeri*, *Clavellina Rissoana* et *Ciona intestinalis*.

» Il y a les plus grandes analogies entre le développement du péricarde et celui de la vésicule sexuelle. Si la cavité péricardique est homologue à celle des Vertébrés, la cavité des organes sexuels est homologue de la cavité abdominale. L'une et l'autre ont le caractère d'un vrai cœlome.

» L'entérocèle de la larve disparaît complètement; les cellules épithéliales qui le circonscrivaient se répandent dans un blastocèle, où elles donnent naissance à un vrai mésenchyme. C'est aux dépens de ce mésenchyme que se développent l'épithélium péricardique et l'épithélium germinatif. Le développement des Ascidies ne permet donc pas d'accepter la distinction radicale établie par les frères Hertwig entre un mésoderme et un mésenchyme.

» Ici un mésenchyme se développe par transformation du mésoderme et de véritables épithéliums se développent aux dépens de cellules mésodermiques libres.

» Les caractères des muscles de l'Ascidie adulte et le mode de terminaison des nerfs dans ces muscles rapprochent ceux-ci des fibres lisses des

Vertébrés. D'autre part, les éléments musculaires du cœur sont des fibrilles disposées parallèlement les unes aux autres dans la profondeur de cellules épithéliales juxtaposées. Cela montre que le caractère des éléments musculaires dépend, comme l'ont montré les frères Hertwig, des rapports de position des cellules dont ces muscles proviennent (épithélium ou mésenchyme). Mais aussi, d'après ce qui précède, le mésenchyme n'a pas toujours la même origine ni la même valeur anatomique; il y a lieu de distinguer un mésenchyme primitif et un mésenchyme secondaire. Le mésenchyme des Cœlentérés est un *mésenchyme primitif;* il est un produit engendré au contact d'un épithélium ; le mésenchyme des Vertébrés est dans le même cas. Le mésenchyme des Ascidies est secondaire; il se forme par dissociation des éléments cellulaires d'un épithélium (mésoderme). Les fibres musculaires qui proviennent de cellules mésenchymateuses paraissent être toujours des fibres-cellules, que ce mésenchyme soit primitif ou secondaire. »

ZOOLOGIE. — *Les vaisseaux de la poche du noir des Céphalopodes.* Note de M. **P. Girod**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans cette Note, nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, comme complément de nos deux Communications précédentes, les résultats nouveaux que nous avons recueillis sur la distribution des vaisseaux dans la *poche du noir* des Céphalopodes.

» La circulation artérielle de la poche dépend de l'*aorte antérieure;* la circulation veineuse a pour base la *grande veine.*

» Chez la *Sepia officinalis,* on voit naître de l'aorte antérieure, à $0^{m},001$ environ de son origine, une artère qui se porte immédiatement en bas, s'accole à la face postérieure de la poche et en suit la ligne médiane. A $0^{m},01$ du bord inférieur de la poche, cette artère se divise en cinq ou six ramifications qui s'enfoncent dans l'épaisseur de la paroi et disparaissent. Une dissection attentive permet de suivre ces rameaux et de les voir se diviser dans les trabécules de la glande du noir, où nous les retrouverons bientôt. La terminaison de cette artère nous autorise à lui donner le nom d'*artère de la glande.* Avant de se résoudre en ses branches terminales, l'artère donne un rameau intestinal qui se recourbe sur le rectum et une série de ramuscules superficiels divergents qui couvrent la face postérieure de la poche de leurs ramifications.

» Après avoir donné cette artère, l'aorte antérieure gagne la face antérieure de la poche et fournit, en ce point, une nouvelle artère destinée à

émettre de nombreuses ramifications qui vont s'étendre sur toute la superficie de la poche : nous la nommons *artère de la paroi*.

» Cette artère monte en décrivant une courbe à concavité supérieure, limitant ainsi la partie supérieure de la dilatation vésiculaire, puis vient se placer entre le rectum et le canal pour atteindre l'orifice commun.

» De cette artère partent de nombreux rameaux : les uns se détachent de la convexité; ils sont au nombre de quatre et descendent sur la vésicule, où ils se ramifient à l'infini; les autres partent de la concavité et montent parallèlement sur le canal, donnant des ramifications à ce dernier ainsi qu'au rectum et à son orifice.

» La distribution artérielle marque d'une manière fort nette la distinction de la glande du noir et de la vésicule, puisqu'une artère spéciale est destinée à chacune de ces parties.

» Le sang est repris par deux ordres de veines : les unes, profondes, sont destinées au sang de la tunique interne de la poche ainsi qu'à celui qui revient de l'intérieur de la glande; elles forment par leur réunion une veine (*veine de la glande*) qui s'accole à l'*artère de la glande*, dont elle suit le trajet pour atteindre la grande veine.

» Les secondes forment à la superficie de la vésicule et du canal des arborisations nombreuses qui se rendent : celles de la dilatation vésiculaire dans une veine située à droite; celles provenant du canal et du rectum dans une veine située à gauche. Ces deux *veines de la paroi* se rendent aussi dans la grande veine.

» Cette disposition se présente à peu près la même chez les autres Céphalopodes; nous n'avons à signaler que des réductions dans le développement des rameaux, dues au moindre développement de la poche et des changements de direction dus soit à l'allongement du corps (*Loliginés*), soit au mouvement d'incurvation du ventricule (*Octopodes*). Mais partout il est facile de constater la présence de deux artères : une *artère de la glande* et une *artère de la paroi* et deux vaisseaux veineux correspondants.

» Comment l'artère et la veine se comportent-elles dans l'intérieur de la glande? L'étude microtomique permet de reconnaître que l'artère peut ou se diviser avant de pénétrer dans la glande (*Sepia*), ou ne donner des branches de division qu'après sa pénétration (*Octopus*), ou rester simple et indivise dans tout son trajet (*Loligo*). Mais, qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces dispositions, l'artère (ou ses branches primaires de division) va traverser successivement les trabécules superposés pour atteindre la membrane limite de la glande, sur laquelle elle se termine par quatre ou cinq

branches divergentes ramifiées. Quant aux veines, elles occupent la périphérie de la glande, se ramifiant dans sa membrane limite et formant un champ vasculaire veineux périphérique opposé au champ artériel, qui est central. L'étude microscopique permet de saisir comment le sang passe des artères dans les veines : c'est par une série de veinules et d'artérioles qui rampent dans les trabécules occupant la zone conjonctive qui sert de substratum aux cellules sécrétantes.

» Si l'on soumet à l'examen un trabécule injecté, on voit que les veinules suivent un trajet rectiligne, émettant des faisceaux de ramifications latérales; les artérioles, au contraire, sont tortueuses, se ramifient en dichotomie irrégulière et donnent un nombre considérable de ramuscules qui se replient sur eux-mêmes, s'entre-croisent et enveloppent la veine sous leurs ondulations sans nombre. Entre les veinules et les artérioles s'étend un double réseau situé immédiatement au-dessous de l'épithélium du trabécule et formé de mailles irrégulières, mais très serrées. Les vaisseaux viennent insensiblement se résoudre dans ces réseaux périphériques.

» Tels sont, brièvement esquissés, les grands traits de la distribution des vaisseaux dans la poche du noir; nous remettons à un prochain travail l'exposé de nos recherches sur le développement et la physiologie de la poche. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les troubles sensitifs produits par les lésions corticales du cerveau.* Note de M. L. Couty, présentée par M. Vulpian.

« Les modifications de la sensibilité que j'ai étudiées sur des singes et sur des chiens se rapportent aux appareils de la vision et du sens tactile : il m'a été impossible de constater nettement des troubles du goût ou de l'odorat, et, dans les cas assez rares où une diminution de l'acuité auditive a pu être observée, je n'ai pas pu voir si elle était bilatérale ou unilatérale. Les animaux qui ont fourni ces résultats négatifs avaient subi des lésions considérables du cerveau, et sur quelques-uns les circonvolutions sphénoïdales, sur d'autres les circonvolutions occipitales étaient entièrement détruites. L'examen des sens avait été fait avec des excitants bien appropriés, et je l'avais répété sur vingt chiens et sur presque autant de singes.

» Amené à considérer comme exceptionnels ou inexacts les faits annoncés par divers auteurs relativement à ces sens, je me décidai, dans la dernière série de mes expériences, à limiter l'examen à des appareils sensitifs plus faciles à étudier, et j'éprouvai encore de réelles difficultés. Ainsi, en

faisant devant les yeux des gestes de caresse ou de menace, ou en présentant de chaque côté de la tête une lumière ou un objet quelconque, je n'obtins aucune constatation précise. Je me convainquis aussi que l'on ne pouvait juger de l'état de la vision par les troubles de la coordination ou de la direction des mouvements ; et j'en arrivai peu à peu à utiliser seulement des excitations suivies de réactions nettement définies. Je présentais à un singe successivement devant chaque œil une banane, sa nourriture la plus habituelle; ou encore je faisais voir aux chiens de la viande, aux chiens ou aux singes un bâton qui avait servi à les corriger, ou des friandises dont ils avaient l'habitude.

» J'arrivai ainsi à constater deux ordres de phénomènes sensitifs. Les troubles les plus fréquents et les plus faciles à observer semblaient porter sur l'organe de conduction et de première élaboration sensitive, sur la moelle; et les fonctions de perception cérébrale me parurent beaucoup plus rarement et moins profondément atteintes.

» Cette distinction est facile pour la sensibilité tactile. Un singe ou un chien a une lésion corticale, suivie ou non de paralysie motrice. On pince, on presse, on pique, on gratte la patte opposée à la lésion ; et, dans presque toutes les expériences, l'animal reste immobile, tandis qu'après les mêmes excitations faites sur la patte du côté de la lésion, il retire brusquement le membre correspondant. Le mouvement réflexe médullaire est donc supprimé pour les excitations opposées à la lésion, et de cette suppression certains observateurs ont conclu à la perte de la sensibilité. Alors, on gratte ou on pince beaucoup plus fort; et quel que soit le côté sur lequel porte l'excitation, on n'observe plus de différence dans les réactions générales douloureuses ou dans les mouvements intentionnels de fuite et de défense, qui indiquent sûrement la perception cérébrale; ou cette différence n'existe que dans un petit nombre d'expériences. Les troubles de la réflectivité médullaire sont donc beaucoup plus fréquents que ceux de la sensibilité cérébrale.

» De même pour la vue. Dans presque tous les cas de lésion corticale, si l'on présente une lumière ou un corps quelconque devant l'œil opposé, on constate que cet œil reste découvert, tandis que les mêmes objets placés brusquement devant l'œil du côté de la lésion font fermer ses paupières. Cette diminution ou cette suppression des mouvements réflexes palpébraux du côté opposé à la lésion n'indique pas plus une perte de la vision que la suppression des mouvements réflexes des membres ne prouvait leur anesthésie; et si, au lieu de présenter à ce chien une lumière, on

simule de lui donner un coup de bâton, ou si l'on offre à ce singe une banane, on constate alors, dans la plupart des cas, que la vue est restée des deux côtés complètement intacte.

» Je voudrais pouvoir insister davantage et étudier à ce point de vue d'autres modifications du sens musculaire ou de la sensibilité des diverses muqueuses; mais il faudrait bien des détails pour distinguer des troubles qui portent sur des fonctions mal connues et mal localisées; et l'important est de savoir que l'on ne peut catégoriser dans un cadre unique des phénomènes sensitifs dont la forme et la fréquence sont essentiellement différentes.

» Si l'on s'en tient à l'analyse des troubles complets qui portent à la fois sur les manifestations médullaires et sur les manifestations cérébrales de la sensibilité, on peut ainsi résumer leurs caractères.

» L'anesthésie porte sur le côté opposé à la lésion corticale, et, pour le tact comme pour la vision, elle est toujours incomplète. L'œil amblyope, qui ne reconnaît plus la nourriture, suffit encore à diriger l'animal et à lui faire éviter les obstacles; et les sensations douloureuses sont seulement moins vives et plus tardives pour les pattes opposées.

» Cette anesthésie est rare; et, sur plus de quatre-vingts expériences, j'ai observé sept fois seulement de l'amblyopie, et douze fois de la diminution de la sensibilité tactile.

» Cette anesthésie n'a aucun rapport avec le siège ou l'étendue de la lésion corticale : trois de ces sept cas d'amblyopie ont été produits par une lésion frontale, un par une lésion pariétale; et la plupart des cas d'anesthésie tactile ont coïncidé aussi avec des lésions fronto-pariétales.

» Ces troubles de la sensibilité n'ont aucun rapport nécessaire avec les autres troubles. Ainsi, ils s'accompagnent toujours de phénomènes plus ou moins marqués du côté des mouvements; mais l'anesthésie peut coïncider avec de la paralysie ou avec de la contracture; ou encore un membre complètement paralysé de ses mouvements peut rester très sensible.

» L'analyse des troubles de la sensibilité, comme celle faite précédemment des troubles de la motilité, nous montre donc qu'il n'y a pas de relation directe constante et précise entre le cerveau et les appareils périphériques; et, puisqu'une lésion corticale peut, quel que soit son siège, réagir en même temps sur les fonctions des divers appareils moteurs ou sensitifs, nous sommes forcés de rejeter pour le cerveau toute idée de localisation fonctionnelle. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mécanisme de l'infection dans les différents modes d'inoculation du charbon symptomatique. Application à l'interprétation des faits cliniques et à la méthode des inoculations préventives.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. H. Bouley.

« Depuis la publication des Notes où nous démontrons la spécificité du charbon symptomatique et la possibilité de donner artificiellement aux animaux une maladie avortée qui les met à l'abri de toute récidive, nous avons varié nos procédés d'inoculation et obtenu des résultats nouveaux.

» I. Nos inoculations ont été faites : 1° dans le tissu conjonctif (dermique, sous-cutané et intramusculaire); 2° dans les veines; 3° dans les voies respiratoires ; 4° dans les voies digestives.

» Jusqu'à présent nous n'avons pas constaté que les essais d'inoculation par les voies digestives aient réussi ; mais les inoculations par les autres voies ont toujours été fructueuses, à l'exception des inoculations intradermiques à la lancette, qui n'ont réussi que dans certaines conditions encore indéterminées.

» Les effets de ces inoculations sont de deux sortes, dont les types sont offerts par les injections intra-veineuses à dose minime; ces dernières causent des troubles généraux qui disparaissent en deux ou trois jours, après quoi les sujets sont à l'abri des effets d'inoculations ultérieures.

» La maladie inoculée par les veines est donc un vrai charbon bactérien *avorté;* car il s'est arrêté avant l'apparition des tumeurs qui le caractérisent cliniquement. Mais si l'on pousse dans les veines une dose de virus considérable, par la quantité ou par l'activité des agents virulents, on assiste à l'évolution d'un charbon symptomatique complet, avec apparition de tumeurs dont la terminaison est toujours fatale.

» Cette différence se montre également à la suite de l'inoculation de doses variées dans le tissu conjonctif. La dose de virus est-elle infinitésimale ($\frac{2}{10}$ de goutte de pulpe musculaire liquide), l'inoculation ne produit rien ou produit une maladie avortée, sans accident local. La dose est-elle moyenne, l'accident local est insignifiant, mais des troubles généraux surviennent, puis une ou plusieurs tumeurs symptomatiques, loin du siège de l'inoculation. La dose est-elle forte, une tumeur se développe d'emblée au point inoculé, l'état général devient rapidement grave, et, si la survie est assez

longue, une ou plusieurs tumeurs symptomatiques peuvent se développer dans différents points du système musculaire.

» L'injection du virus dans la trachée et les bronches n'a produit qu'une maladie avortée. La réduction du nombre des agents virulents employés est donc capable d'exercer de l'influence sur les résultats de ces inoculations, comme M. Chauveau l'a déjà dit dans sa Communication du 4 avril dernier.

» II. Quelle est la raison de ces différences dans le mécanisme de l'infection ?

» Quand l'inoculation intra-veineuse n'entraîne pas la mort, on ne peut admettre que le microbe se détruise dans le sang, puisque cette inoculation confère l'immunité. Si l'on compare l'innocuité relative d'une injection intra-veineuse de 2^{cc}, 3^{cc}, 4^{cc}, 5^{cc}, ... de virus aux conséquences de l'injection d'une seule goutte dans le tissu conjonctif, on est autorisé à croire ou bien que le microbe s'épuise rapidement dans le milieu sanguin, ou bien qu'il s'y multiplie, mais que l'endothélium vasculaire l'empêche de pénétrer dans le tissu conjonctif, où il trouve les conditions de son évolution complète.

» Cette dernière hypothèse nous paraît vraie, car si l'on provoque une légère hémorrhagie sous-cutanée chez un animal fébricitant, à la suite d'une faible inoculation intra-veineuse, on détermine une tumeur charbonneuse au point où le système vasculaire a été rompu, fait qui démontre du même coup la multiplication du microbe dans le sang et l'influence de la barrière endothéliale vasculaire.

» En conséquence, chaque fois qu'une tumeur suivra une injection veineuse, on devra en conclure que les microbes ont pénétré dans le tissu conjonctif, soit en profitant de la déchirure de quelques faisceaux musculaires ou des trajets ouverts dans les parois des capillaires par les cellules lymphatiques, soit par un processus analogue à celui de l'infarctus embolique, pour évoluer ensuite *in situ*.

» Il y a donc deux phases dans la maladie complète : l'une de repullulation du microbe, qui s'opère dans le sang; l'autre d'intoxication, qui survient lorsque le microbe passe dans le tissu conjonctif. On s'explique par là les suites des injections dans ce tissu. Quelle que soit la quantité de virus inoculée, elle se partage plus ou moins inégalement entre le tissu conjonctif et le sang. Cette quantité est-elle infinitésimale? La portion qui évolue sur place détermine des accidents insignifiants et celle qui passe dans le sang se comporte comme dans le cas d'une faible injection intra-

veineuse. Quand cette dose est moyenne, les effets varient suivant la manière dont s'opérera le partage des agents virulents : s'il en reste peu dans le tissu conjonctif, les accidents locaux sont presque nuls, mais la repullulation dans le sang est grande et l'on peut voir survenir des tumeurs comme après une forte injection veineuse; s'il en reste beaucoup, les effets ressemblent à ceux des doses massives. La portion qui reste dans le tissu conjonctif est alors assez grande pour produire d'emblée une tumeur dont l'influence masque celle de la repullulation dans le sang; mais cette dernière marche parallèlement, car, chez les sujets dont la survie est assez longue, il se développe des tumeurs symptomatiques qui n'entretiennent aucune relation avec la tumeur primitive par l'intermédiaire du système lymphatique. Enfin, les inoculations dans les voies respiratoires produisent souvent les mêmes effets que l'injection intra-veineuse, parce que les microbes peuvent pénétrer directement dans le sang, à travers l'endothélium pulmonaire adossé à l'endothélium des capillaires des *infundibula*, sans rencontrer de tissu conjonctif.

» III. On comprend, d'après ce mécanisme, comment le charbon bactérien peut revêtir les formes cliniques qu'on lui a reconnues et pourquoi les tumeurs qui le caractérisent se développent dans les masses musculaires ou les interstices conjonctifs sans lésions correspondantes aux membranes tégumentaires.

» Cette étude démontre en outre que les tumeurs, loin d'être *critiques*, comme on l'admettait autrefois, sont au contraire des complications mortelles.

» IV. En résumé, on peut donner un charbon *avorté* soit par l'inoculation intra-veineuse, soit par l'inoculation à très petites doses dans le tissu conjonctif, soit par l'introduction du virus dans les voies respiratoires.

» Nous poursuivons des expériences pour essayer de rendre pratiques les deux derniers procédés. Quant à l'inoculation intra-veineuse, nous en avons réglé le manuel de façon à le rendre absolument sans danger, et, grâce aux ressources mises à notre disposition par M. le Ministre de l'Agriculture, nous l'avons déjà appliquée, dans le Rhône, la Haute-Marne et l'Algérie, sur 295 animaux de l'espèce bovine. Nous ferons connaître les résultats de ces expériences à l'Académie lorsque nos animaux actuellement vaccinés auront passé par l'épreuve des influences épizootiques de la saison qui s'ouvre. »

M. Richard annonce à l'Académie la découverte d'une caverne renfermant un grand nombre de débris préhistoriques. (Extrait.)

« Des mineurs, à la recherche d'une mine de plomb dans la montagne de Ayuso (province de Ségovie), au lieu nommé *Solana de Langostura*, ont découvert, il y a trois mois, l'entrée d'une caverne à demi comblée par des éboulements successifs. Ils y ont trouvé, reposant directement sur le sable argileux ou incrustés dans des stalagmites, un grand nombre de squelettes humains mêlés à des instruments de silex pyromaque, à des haches de quartz et à des poteries grossières dont quelques-unes sont ornées de dessins très primitifs.

» Différents spécimens ont été transportés à Madrid, entre autres vingt mâchoires et dix crânes en parfait état de conservation, des fémurs, des tibias, etc., des instruments, des poteries, ainsi qu'un bloc stalagmitique renfermant des omoplates et d'autres fragments de squelettes. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1881.

(Suite.)

Considérations sur quelques formules intégrales dont les valeurs peuvent être exprimées, en certains cas, par la quadrature du cercle. Mémoire de Léonard Euler, *publié conformément au manuscrit autographe, par* M. Ch. Henry. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°. (Extrait du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques.*)

Sur divers points de la théorie des nombres; par M. Ch. Henry. Reims, Justinart, 1880; opuscule in-8°. (Association française pour l'avancement des Sciences.)

Mines and mineral Statistics. Annual Report of the Department of Mines, New South Wales, for the year 1878-1879; *Maps to accompany annual Report of the Department of Mines, New South Wales, for the year* 1879. Sydney, Th. Richards, 1880; 3 vol. in-4°.

Journal and proceedings of the royal Society of New South Wales, 1879; vol. XIII. Sydney, Th. Richards, 1880; in-8°.

Report upon certain Museums for Technology, Science and Art, etc., *by* ARCH. LIVERSIDGE. Sydney, Th. Richards, 1880; in-fol.

Om banan af en punkt, som rör sig i en sferoids eqvators plan under inverkan af den Newtonska attraktionskraften af HUGO GYLDÉN. Stockholm, 1880; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MAI 1881.

Société nationale et centrale d'Agriculture de France. Rapport de la Commission d'enquête sur l'hiver de 1879-1880 *et sur les dégâts qu'il a causés à l'horticulture ; par* M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1881; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1881, avril. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Manuel d'Hygiène publique et industrielle; par ED. DUPUY. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-12. (Présenté par M. Chatin.)

Académie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens. Delambre et Ampère. Discours de réception; par M. DESBOVES. Amiens, Hecquet, 1881; in-8°.

De la nécessité de créer un port maritime à l'embouchure de la Gironde. — Étude sur les fleuves océaniques français. — Notes pour servir à l'histoire de l'Etat en France. — De l'urgence et du moyen pratique de supprimer la passe du sud de la Gironde; par J. GOUDINEAU. Bordeaux, Féret et fils, 1877-1881; 4 br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XI, Part 3, 4. London, 1881; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1880; Part IV. London, 1881; in-8°.

Royal Institution of Great Britain, 1880. *List of the members.* London, 1880; in-8°.

Rapport des discussions et des résolutions de la Conférence polaire internationale tenue à Hambourg du 1er *au* 5 *octobre* 1879. *Rapport sur les actes et résultats de la deuxième Conférence polaire internationale tenue à Berne du* 7 *au* 9 *août* 1880. Hambourg, 1880-1881; 2 br. in-4°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, vol. VIII, p. 95-230. Cambridge, 1881; in-8°.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro, vol. II, III. Rio de Janeiro, 1877-1878; in-4°.

Del processo morboso del colera asiatico, etc. Memoria del Dr FILIPPO PACINI. Firenze, Lemonnier, 1880; in-8°.

Studi sulla disinfezione delle piante dalla Fillossera; pel D. F. KOENIG. Asti, Michelerio, 1881; in-8°.

Mezzo per studiare la diffuzione del solfuro di carbonia nel terreno; per il Dr F. KOENIG. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Estratto dalla *Gazzetta chimica italiana.*)

Del processo morboso del colera asiatico, etc. Memoria del Dr Filippo Pacini. Firenze, Lemonnier, 1880; in-8°.

Studi sulla disinfezione delle piante della Fillossera; pel D. F. Keesio. Ann, Michelesio, 1881; in-8°.

Mezzo per sciogliere la diffusione del solfuro di carbonio nel terreno; per il Dr F. Keesio. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Estratto dalla *Gazzetta chimica italiana*.)